



Análise Biomecânica da Estirada Aérea do Guarda-redes de Futebol Sénior: Comparação entre a Técnica de Defesa com a Mão Inferior e a Técnica de Defesa com a Mão Superior.

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, ao abrigo do Decreto – Lei nº 74/2006 de 24 de Março.

Orientador: Professor Doutor Filipe Luís Martins Casanova

Coorientador: Professor Doutor Leandro José Rodrigues Machado

Álvaro Miguel Pinto de Bastos

Porto, Outubro de 2016

Referência:

Bastos, A. M. (2016). *Análise Biomecânica da Estirada Aérea do Guarda-redes de Futebol Sénior: Comparação entre a Técnica de Defesa com a Mão Inferior e a Técnica de Defesa com a Mão Superior*. Porto: A. Bastos. Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: FUTEBOL SÉNIOR; GUARDA-REDES; BIOMECÂNICA; ESTIRADA AÉREA.

*“...um homem distingue-se de outro homem pelas mãos,
pelo que fazem as mãos,
pelas decisões que as mãos tomam.”*

(Tavares, 2013, p. 425)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa o culminar de dois anos de dedicação ao curso de 2.º Ciclo em Treino de Alto Rendimento Desportivo. Durante este percurso académico pude contar com a contribuição de várias pessoas e entidades a quem gostaria de expressar a minha profunda gratidão.

Aos meus orientadores pela forma dedicada como me conduziram durante todo este processo. Da parte do Professor Doutor Filipe Casanova, para além de ter contado com o seu vasto conhecimento no domínio do Futebol, agradeço a amizade e o apoio que se estende para além da vertente académica. Da parte do Professor Doutor Leandro Machado pude contar com o olhar de minúcia nos aspetos relacionados com a Biomecânica. Penso que foi criada a simbiose perfeita para um projeto desta natureza. Aos professores agradeço a constante exigência e o fomento de reflexões que nos ajudaram a superar as barreiras que surgiram ao longo deste percurso. Tal facto contribuiu para elevar a minha admiração por ambos e aumentar a minha responsabilidade neste projeto.

Ao Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEPE), na pessoa do Professor Doutor João Paulo Vilas-Boas, por nos conceder todas as condições para a realização deste trabalho.

Ao Sr. Coimbra Pereira pelo apoio prestado na preparação de um espaço idêntico a uma área de baliza de um campo de Futebol, nomeadamente na criação de algo que à partida se apresentava utópico: uma baliza de futebol amovível, de medidas oficiais, a colocar dentro do LABIOMEPE. Apesar deste contributo, a maior dívida foi a de ter ganho um grande amigo.

Ao Engenheiro Pedro Fonseca pelo contributo decisivo no tratamento dos dados biomecânicos e pelos conselhos durante os testes desenvolvidos.

À SAFINA pelo relvado sintético de elevada qualidade que nos forneceu. Uma palavra de agradecimento ao Dr. Pedro Coelho que nos recebeu de uma forma extremamente atenciosa e não hesitou em apoiar esta investigação.

Aos meus colegas e amigos, Joana Fernandes, Cauan Almeida, Florêncio Sousa e Jairo Buenaventura, que constituíram a equipa de recolhas biomecânicas. Não tenho palavras para agradecer todo o tempo que ofereceram a este projeto e a forma como nele cooperaram. Ainda ao Cauan pelo envio de uma investigação científica que se revelou fundamental para esta investigação.

À Maryam Nejad e ao Vincenzo Rago pelo auxílio em determinadas recolhas biomecânicas.

Nova palavra de agradecimento ao meu amigo Vincenzo pelas sugestões e disponibilidade para debater comigo aspetos relacionados com os procedimentos estatísticos.

Ao Professor Doutor Pedro Sarmiento pelos conselhos e incentivos que me deu ao longo deste percurso académico.

À Angélica Torres, ao António Almeida, ao Daniel Araújo, ao Duarte Miranda, ao José Mendonça, ao Miguel Passarinho e ao Tiago Regadas por toda a ajuda no recrutamento dos guarda-redes para testes biomecânicos.

Aos Guarda-redes profissionais participantes nos testes biomecânicos, bem como aos seus Treinadores e respetivos Clubes.

Aos Guarda-redes não profissionais e que participaram em testes biomecânicos, cujos dados serão alvo de análise no futuro.

Aos guarda-redes participantes nos testes piloto: Rute Costa, José Pedro, Miguel Carvalhais, Ruduilson Jesus e Tiago Ferreira.

Aos meus Professores da FADEUP, pois de todos retirei um “fragmento” que certamente influenciou muito do que está exposto neste documento.

Ao Sr. Licínio Rodrigues pela pronta disponibilidade em nos ajudar no transporte do material necessário para a execução da baliza.

À Patrícia Martins pela simpatia e total disponibilidade no esclarecimento de dúvidas relacionadas com aspetos bibliográficos deste estudo.

Ao Sr. Delfim Costa e ao Sr. José Vieira pela forma célere e competente com que sempre solucionaram os meus problemas informáticos.

Ao Sr. Fernando Marinho e Sr. Jorge Araújo pela amabilidade em se disponibilizarem para receber esta dissertação por correio eletrónico e prepará-la para entrega, num momento em que me encontro ausente do país.

A todos os Guarda-redes que treinei, pois são parte essencial nas minhas reflexões relacionadas com o processo de treino.

Ao Futebol Clube de Infesta, nomeadamente ao Sr. Jorge Amaro, ao António Formoso, ao Jorge Pinto e ao Luís Ferreira pelas condições oferecidas para desenvolver o processo de treino de guarda-redes.

Aos meus colegas e amigos da Figo Football Academy, Bruno Reis, Frederico Dias, Hugo Grácio, Hugo Psaco, José Melícias, Miguel Teixeira, Rodrigo Santos, Tiago Capaz e Wilian Silva, por todo o apoio e pelos conselhos concedidos durante a execução desta dissertação.

Ao David Couto e ao Eduardo Guimarães, pela amizade e pela força que me transmitiram para voltar a estudar.

Às famílias Bennis (Destria, Jeff e Stephen), Mocatta (Susan, Jonathan, Mimi, Jonah e Wilan) e Nielsen (Lisa, Russ, Lyla, PJ e Tanner) pela forma fantástica como me acolheram numa fase em que me encontrava a elaborar o projeto para esta investigação.

À Carla Mendonça, ao João Carvalho, ao Jorge Gonçalves, ao José Leite, ao José Mendonça, ao José Tadeia, ao Ricardo Carvalho, ao Marco Ramos, ao Miguel Campos, ao Nelson Ramos, ao Paulo Martins e ao Paulo Roncha, pelo apoio que só uma verdadeira amizade nos pode conceder.

Aos meus Pais por estarem sempre presentes em qualquer circunstância.

À Alda pela ajuda na tradução do resumo para inglês e, acima de tudo, por tão bem cuidar e educar a nossa Filha, principalmente numa fase em que me encontro tão ausente.

À princesa Maria, pela inspiração... *“Amor, dedico-te este trabalho!”*

ÍNDICE GERAL

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| AGRADECIMENTOS | v |
| RESUMO..... | xix |
| ABSTRACT | xxi |
| Capítulo 1 - Introdução | 25 |
| 1.1. Enquadramento e Pertinência do Estudo | 27 |
| 1.2. Objetivos e Hipóteses | 32 |
| 1.3. Estrutura da Dissertação | 33 |
| Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica | 35 |
| 2.1. O Guarda-redes de Futebol: Um olhar da Biomecânica..... | 38 |
| 2.1.1. Perfil Biomecânico do GR de Futebol | 41 |
| 2.1.2 Análise Biomecânica da estirada aérea do GR de Futebol | 45 |
| 2.1.3 Aspetos Biomecânicos na defesa da grande penalidade no Futebol | 50 |
| 2.1.4. Biomecânica relativa ao pontapé longo do GR de Futebol..... | 53 |
| 2.1.5. Biomecânica no estudo das lesões do GR de Futebol | 54 |
| Capítulo 3 - Material e Métodos..... | 59 |
| 3.1. Caraterização da Amostra..... | 61 |
| 3.2. Procedimentos Experimentais e <i>Instrumentarium</i> | 62 |
| 3.4. Tratamento dos Dados Biomecânicos e Parâmetros Analisados..... | 65 |
| 3.4.1. Parâmetros Temporais | 67 |
| 3.4.2. Parâmetros Dinamométricos | 68 |
| 3.4.3. Parâmetros Cinemáticos | 68 |
| 3.5. Procedimentos Estatísticos | 69 |
| Capítulo 4 - Apresentação e Discussão dos Resultados..... | 71 |
| 4.1. Parâmetros Temporais | 74 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS | 75 |
| 4.1.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP | 75 |
| 4.1.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF | 76 |
| 4.2. Parâmetros Dinamométricos | 77 |
| 4.2.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS | 79 |
| 4.2.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP | 80 |
| 4.2.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF | 80 |
| 4.2.4. Dois Distintos Padrões Propulsivos..... | 82 |
| 4.3. Parâmetros Cinemáticos | 84 |
| 4.3.1. Altura Máxima da Pélvis na Fase de Voo..... | 84 |
| 4.3.2. Velocidades Máximas de Deslocamento..... | 87 |
| 4.3.2.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS | 89 |
| 4.3.2.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP | 90 |
| 4.3.2.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF | 91 |
| 4.3.3. Rotação do tronco | 92 |
| 4.4. Discussão Geral | 94 |
| Capítulo 5 - Conclusões..... | 99 |
| 5.1. Trabalho Futuro..... | 102 |
| Capítulo 6 - Bibliografia | 105 |
| Capítulo 7 - Anexos..... | 115 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Espaço e instrumentarium utilizado para os testes biomecânicos. . | 62 |
| Figura 2 - Marcadores refletos no corpo do participante. | 64 |
| Figura 3 - Representação gráfica dos 5 momentos da fase propulsiva da estirada aérea. | 66 |
| Figura 4 - Ilustração do GR em estado de prontidão e a executar a estirada aérea com utilização da TMI e da TMS. | 66 |
| Figura 5 - Representação gráfica das curvas da componente vertical da força de reação do solo (FRS), relativas aos membros inferiores contra-lateral e ipsilateral, durante a fase propulsiva da estirada aérea. | 78 |
| Figura 6 - Representação gráfica de um GR que apresenta magnitude da componente vertical da força de reação do solo (FRS) superior no membro contra-lateral, na fase propulsiva da estirada aérea (M2). | 82 |
| Figura 7 - Representação gráfica de um GR que apresenta magnitude da componente vertical da força de reação do solo (FRS) superior no membro ipsilateral durante a fase propulsiva da estirada aérea (M4). | 82 |
| Figura 8 - Representação gráfica da altura da pélvis de um GR durante a estirada aérea. | 86 |
| Figura 9 - Representação gráfica da velocidade de deslocamento do GR durante a estirada aérea, na magnitude de velocidade e nas velocidades: médio-lateral, vertical e ântero-posterior. | 88 |
| Figura 10 - Representação gráfica da rotação do tronco do GR durante a estirada aérea realizada para o lado direito. | 92 |
| Figura 11 - Representação gráfica da rotação do tronco do GR durante a estirada aérea realizada para o lado esquerdo. | 92 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Artigos relacionados com o perfil cineantropométrico do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica. | 42 |
| Quadro 2 - Caraterísticas antropométricas dos GRs de Futebol ($\bar{x} \pm Dp$; Adapt. de Ziv & Lidor, 2011). | 43 |
| Quadro 3 - Artigos relacionados com a estirada aérea do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica. | 45 |
| Quadro 4 - Artigos relacionados com a defesa da Grande Penalidade no Futebol, organizados por ordem cronológica. | 51 |
| Quadro 5 - Artigos de Biomecânica relacionados com o pontapé longo do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica. | 53 |
| Quadro 6 - Revisão de artigos de Biomecânica relativos ao estudo das lesões do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica. | 55 |
| Quadro 7 - Caraterização da amostra ($\bar{x} \pm Dp$). | 61 |
| Quadro 8 - Marcadores refletos colocados no corpo dos GRs participantes. | 63 |
| Quadro 9 - Estatística descritiva ($\bar{x} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente ao tempo total da estirada aérea (TTEA), tempo total da fase propulsiva (TTFP) e tempo total da fase de voo (TTFV). | 74 |
| Quadro 10 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente ao tempo total da estirada aérea (TTEA), tempo total da fase propulsiva (TTFP) e tempo total da fase de voo (TTFV). | 75 |
| Quadro 11 - Estatística descritiva ($\bar{x} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do | |

GR, relativamente à componente vertical da força de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) e no momento 4 (M4) da estirada aérea, tanto em termos absolutos (N) como em termos relativos, tendo em conta o peso corporal dos GRs (%PC). 77

Quadro 12 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à componente vertical da força de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) e no momento 4 (M4) da estirada aérea, tanto em termos absolutos (FRS) como em termos relativos, tendo em conta o peso corporal dos GRs (P_FRS). 78

Quadro 13 - Número de GRs que apresentaram magnitude superior da componente vertical da força de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) ou no momento 4 (M4), durante a fase propulsiva da estirada aérea. 81

Quadro 14 - Estatística descritiva ($\bar{x} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente à altura máxima da pélvis (AmaxPel) na fase de voo, tanto em termos absolutos (m), como em termos relativos, tendo em conta a altura dos GRs (%altura). 84

Quadro 15 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à altura máxima da pélvis na fase de voo, tanto em termos absolutos (AmaxPel), como em termos relativos, tendo em conta a altura dos GRs (P_AmaxPel). 84

Quadro 16 - Estatística descritiva ($\bar{x} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente à magnitude máxima da velocidade de deslocamento (Vmag), ao máximo de velocidade médio-lateral (Vml), ao máximo de velocidade ântero-posterior (Vap) e ao máximo de velocidade vertical (Vv), na estirada aérea. 87

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 17 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à magnitude máxima da velocidade de deslocamento (V_{mag}), ao máximo de velocidade médio-lateral (V_{ml}), ao máximo de velocidade ântero-posterior (V_{ap}) e ao máximo de velocidade vertical (V_v), na estirada aérea. | 88 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Anexo 1 - Ofício endereçado aos Clubes | cxvii |
| Anexo 2 - Consentimento Informado | cxxi |
| Anexo 3 - Ficha de Caracterização Individual do Guarda-redes | cxxv |
| Anexo 4 - Trabalho aceite para apresentação oral no 7.º Congresso Nacional de Biomecânica | cxxix |

RESUMO

No Futebol há um Jogador que assume particularidades que o diferenciam dos demais: O Guarda-Redes. Na pluralidade de ações a que este jogador está sujeito, reconhece-se que a estirada aérea é uma ação decisiva, nomeadamente quando utiliza apenas uma mão para defender a bola, através da técnica de defesa com a mão inferior e da técnica de defesa com a mão superior. Assim, este estudo apresentou como principal propósito analisar e comparar biomecanicamente a eficácia entre a técnica da mão inferior com a técnica da mão superior, em estiradas aéreas de Guarda-redes profissionais de Futebol e, atendendo também às preferências em termos de lateralidade (lado preferido e o lado não preferido), o desempenho dos Guarda-redes da Primeira Liga e da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol.

A amostra foi constituída por doze Guarda-redes, com média de 27.9 (± 5.5) anos de idade e 10.1 (± 5.3) anos de experiência no Futebol profissional. Os procedimentos experimentais decorreram no Laboratório de Biomecânica do Porto, onde se utilizaram plataformas de força e um sistema de captura cinemática do movimento de estirada. Os Guarda-redes foram avaliados nas estiradas aéreas realizadas tanto utilizando a técnica da mão inferior, como a técnica da mão superior efetuadas para uma bola estacionária, situada a uma distância lateral de 2.30 m, a uma altura do solo de 1.90 m e a uma distância à frente da linha de baliza de 0.60 m.

Os resultados obtidos não evidenciaram diferenças significativas entre as duas técnicas, no entanto as ligeiras diferenças verificadas conferem maior eficácia à técnica da mão inferior. Relativamente à preferência da lateralidade, verificou-se que os Guarda-redes apresentaram uma maior proficiência quando realizaram a estirada aérea para o seu lado preferido. Perante as variáveis analisadas, verificou-se, também, que os Guarda-redes da Primeira Liga apresentaram maior eficácia quando comparados com os da Segunda Liga.

PALAVRAS-CHAVE: FUTEBOL SÉNIOR; GUARDA-REDES; BIOMECÂNICA; ESTIRADA AÉREA.

ABSTRACT

In Football there's a player who assumes particular features which distinguishes him amongst the other players: the Goalkeeper. In the multiplicity of actions to which a player is submitted, we recognize that the aerial save is a decisive action, namely when only one hand is used to defend the ball, through the defensive technique with the bottom hand and the defensive technique with the top hand. Thus, this study highlighted, as main purpose, the biomechanics analysis and comparison of the efficacy between the bottom hand technique and the top hand technique in aerial saves of Football professional goalkeepers also considering, as well, the preferences in terms of laterality (preferred side and the non-preferred side), and the performance of the First League goalkeepers and the Professional Portuguese Second League of Football.

The sample consisted of twelve goalkeepers, with an average of 27.9 (± 5.5) years of age and 10.1 (± 5.3) years of experience in the professional Football. The experimental procedures took place in the Biomechanics Lab of Porto, where force platforms were used as well as a system of kinematic motion capture. The goalkeepers were assessed in their aerial saves performed using either the bottom hand and the top hand technique towards a stationary ball, placed to a lateral distance of 2.30 m, to a height from the ground of 1.90 m and to a distance from the goal line of 0.60 m.

The results achieved did not showed signified differences between the two techniques, nonetheless the slight differences found allow a greater efficacy to the bottom hand technique. To what laterality preference is concerned, it was perceptible that the goalkeepers showed a better proficiency when they performed an aerial save towards their preferred side. According to the variables that were analysed, it was, also patent that the Goalkeepers of the First League, showed a better efficacy when compared to the ones of the Second league.

KEY WORDS: SENIOR SOCCER; GOALKEEPER; BIOMECHANICS; AERIAL SAVE.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|------------------|--------------------------------------------------|
| AmaxPel | Altura máxima da pélvis |
| cm | Centímetro |
| Dp | Desvio padrão |
| FRS | Força de reação do solo |
| GR | Guarda-redes |
| I LPPF | Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol |
| II LPPF | Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol |
| LABIOMEPE | Laboratório de Biomecânica do Porto |
| LD | Lado direito |
| LE | Lado esquerdo |
| LNP | Lado não preferido |
| LP | Lado preferido |
| m | Metro |
| M1 | Primeiro momento da estirada aérea |
| M2 | Segundo momento da estirada aérea |
| M3 | Terceiro momento da estirada aérea |
| M4 | Quarto momento da estirada aérea |
| M5 | Quinto momento da estirada aérea |
| M6 | Sexto momento da estirada aérea |
| M7 | Sétimo momento da estirada aérea |
| MI | Membro inferior |
| MP | Mão preferida |
| ms | Milissegundos |
| m/s | Metro por segundo |

| | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| N/A | Não anunciado |
| p | Valor de prova |
| PC | Peso corporal |
| P_AmaxPel | Percentagem da altura máxima da pélvis relativa à altura dos guarda-redes |
| P_FRS | Percentagem da força de reação do solo relativa ao peso dos guarda-redes |
| s | Segundo |
| TMI | Técnica de defesa com a mão inferior |
| TMS | Técnica de defesa com a mão superior |
| TNP | Técnica não padronizada |
| TTEA | Tempo total da estirada aérea |
| TTFP | Tempo total da fase propulsiva |
| TTFV | Tempo total da fase de voo |
| Vap | Máximo de velocidade ântero-posterior |
| Vmag | Magnitude máxima da velocidade de deslocamento |
| Vml | Máximo de velocidade médio-lateral |
| Vv | Máximo de velocidade vertical |
| \bar{X} | Média |
| % | Percentagem |

1. Introdução

“O Futebol é uma atividade construída pelo homem e, portanto, um fenómeno cultural, o que quer dizer que pode ser aquilo que dele formos capazes de fazer.”

(Garganta, 2006, p.21)

1.1. Enquadramento e Pertinência do Estudo

O Futebol é uma modalidade que exige ao(s) jogador(es) várias capacidades das quais se destacam uma apurada competência técnica, uma boa compreensão tática do jogo, uma atitude mental centrada no rendimento e, para além disso, uma excelente aptidão física (Soares, 2005). Dentro do contexto do jogo há um elemento que assume particularidades que o diferenciam dos demais: O Guarda-Redes (GR).

Segundo Tavares (1997, p. 9) *“A existência de diferentes funções e de diferentes regras a obedecer por parte de alguns jogadores (diferenciação das regras a obedecer por parte do guarda-redes – jogadores de campo) aumenta ainda a semelhança do processo comunicacional do futebol com o da sociedade. Também no jogo há indivíduos mais e menos «poderosos», também no jogo há comportamentos apenas aceites quando vindos de certos elementos”*. Neste caso destaca-se o GR que se assume como um distinto protagonista *“num jogo cujo resultado está para ele em aberto, devendo fazer uso de todas as suas capacidades”* (Garganta e Silva, 2000, p. 5), para assim poder responder com eficiência a um ambiente caracterizado por ser imprevisível.

Para Tani e colaboradores (2006) o problema da imprevisibilidade das variações ambientais exige adaptações de padrões de movimento às circunstâncias particulares da competição. Tal facto sugere que o GR deve apresentar flexibilidade nas suas ações, de modo a solucionar eficazmente os problemas com que se depara dentro de um sistema dinâmico que lhe impõe movimentos complexos e adaptáveis. Como tal, segundo os mesmos autores, não existe uma única solução eficiente, mas sim um conjunto de soluções que podem ser apropriadas para resolver um mesmo problema motor. Esta capacidade de alcançar um mesmo objetivo ou realizar a mesma ação, via diferentes movimentos, denomina-se de equivalência motora.

Um exemplo de uma ação do GR onde podemos observar equivalência motora consiste na estirada aérea com a utilização de uma mão no contacto com a bola. São elas: a técnica de defesa com a mão superior (TMS) e a técnica de defesa com a mão inferior (TMI).

Tal como afirma Garganta (2004, p. 229), *“treinar implica transformar comportamentos, e sobretudo atitudes...”* e, como tal, devemos refletir sobre que meios estratégicos a implementar no processo de treino do GR, tendo em conta tal possibilidade de equivalência motora. Concordamos, portanto, com Tani e colaboradores (2006, p. 232) quando estes autores referem que *“a prática não pode resumir-se a tentativas de repetição de um único padrão de movimento”*, uma vez que as circunstâncias dinâmicas do jogo solicitam ao GR habilidades motoras abertas, com constantes ajustes de movimentos.

Para Tani e colaboradores (2006, p. 237) uma habilidade motora é aberta *“quando o ambiente é instável, ou seja, o objeto manipulado ou o contexto se modificam durante a execução da tarefa, de modo a provocar diminuição na probabilidade de alcançar a meta ou executar um padrão de movimento adequado (...) isso significa que um movimento executado por uma pessoa deve estar ajustado a essas características específicas do ambiente para que seja realizado com sucesso”*. De facto, e de acordo com as palavras de Garganta (2009, p. 10), reconhecemos que *“os jogos desportivos coletivos como o Futebol... são férteis em sequências intrincadas, que por serem habitualmente cumpridas com elevadas velocidades de execução, aparentam decorrer de ações espontâneas e instantâneas”*. Neste sentido, destacam-se as palavras de Tavares (1997, p.11), quando este autor afirma que *“cada movimento é... irrepetível e efêmero mas significativo pois realiza uma ação, alterando o estado de coisas, pois cada comportamento não pode ser isolado dos restantes. O sentido de cada ação é, a cada momento, deslocado e diferido, valorizando-se de acordo com as circunstâncias – o objetivo da ação, a distância entre companheiros e adversários, a posição relativa dos jogadores, as velocidades, etc.”*

No Futebol atual, o GR não se limita a defender a sua baliza, pois verificamos que a sua interação com os restantes companheiros se estende ao nível da organização defensiva e ofensiva, bem como aos momentos de transição ataque-defesa e defesa-ataque, perante os quais, muitas vezes, evidencia um papel decisivo, nomeadamente quando, por exemplo, neutraliza uma bola que é colocada em profundidade nas costas da sua defesa, ou quando inicia um ataque rápido, após uma sua intervenção. Nesta dinâmica de atuação, fatores técnicos, físicos, mentais e emocionais cruzam-se e expõem-se através de comportamentos tático-técnicos individuais, que se requerem harmoniosamente integrados num coletivo o qual, para Tavares (1997, p.10), representa uma *“estrutura total, moldável, uma espécie de material dúctil orgânico e fluído. Super-Eu ou equipa essa que não se constitui ainda como um eu absoluto e incomunicável, reflexo do «eu penso, logo existo» cartesiano, mas que somente se afirma como protagonista na presença do Outro, neste caso, a equipa adversária.”*

Nesta pluralidade de ações a que o GR está sujeito, verificamos que a estirada aérea, nomeadamente quando esta é efetuada com a utilização de uma mão apenas, constitui-se como uma ação decisiva, cujo sucesso ou insucesso pode determinar diretamente o resultado final de um jogo. Os autores Smith e Shay (2013) destacam que a estirada aérea com utilização de uma mão pode ser ideal no caso da bola estar fora do alcance das duas mãos, uma vez que pode proporcionar uma reação mais rápida e, subsequentemente, levar a um alcance mais longo. Neste tipo de defesa, mesmo em GRs de elite, é comum verificarmos o supracitado caso de equivalência motora, ou seja na utilização das duas distintas estratégias utilizadas na estirada aérea: a TMI e a TMS. Ambas as técnicas caracterizam-se por serem utilizadas como resposta a remates de elevado grau de dificuldade de defesa, onde a habilidade e a capacidade física de um GR são evidenciadas na sua plenitude.

Reconhecemos, portanto, que uma fração de segundo ou um milímetro podem ser determinantes para o sucesso na defesa a um remate e, consequentemente, na vitória de um jogo ou na conquista de um campeonato. Por este facto, tal como afirma Arts (2002), um dos grandes objetivos do GR

passa por realizar movimentos com a maior rapidez possível, produzindo máxima potência, de modo a mover o seu próprio peso rapidamente. Consideramos, assim, que na estirada aérea tais requisitos constituem-se como fundamentais, nomeadamente quando o GR apenas utiliza uma mão para contactar com a bola, ou seja usando a TMI ou a TMS.

Como tal, encontrar indicadores que permitam aferir se há diferenças, em termos de eficácia, entre a utilização da TMI e da TMS, parece-nos objeto de total pertinência, tanto para a comunidade científica, como para a comunidade técnica, relacionada com o Futebol.

Destacamos, até ao momento, duas investigações que se debruçaram sobre esta problemática. Nelas, os investigadores Smith e Shay (2013) e Stendahl e Smith (2015) analisaram biomecanicamente a TMI e a TMS, em estiradas aéreas do GR. Ambas as investigações apresentam indicadores cinemáticos que conferem maior eficácia na utilização da TMI, não descartando a utilização da TMS em determinadas situações de jogo. Tais indicadores são evidenciados e aprofundados na revisão bibliográfica desta dissertação.

Deste modo, tornou-se nossa premissa indagar sobre esta temática particular, levando à realização do presente trabalho, o qual analisa biomecanicamente a estirada aérea do GR de Futebol sénior profissional português.

Uma vez que se prevê que a intenção prévia do GR em utilizar a TMI ou a TMS condiciona a fase propulsiva da estirada aérea, optou-se por realizar os procedimentos experimentais dentro do Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEPE), isto porque aí dispusemos instrumentos fundamentais tais como: (i) as plataformas de força - ferramenta central do LABIOMEPE – as quais nos permitem avaliar as componentes da força de reação do solo (FRS) e (ii) um sistema de captura de imagens, o Qualisys, com 12 câmaras de infravermelhos de alta tecnologia, que monitoriza ao pormenor toda a cinemática da estirada.

Por outro lado, os dois estudos anteriormente citados não aprofundam a fase propulsiva da estirada aérea que, no nosso entender, é decisiva para a restante sequência do movimento, uma vez que presumimos que a forma como

o GR exerce o impulso sobre o relvado condiciona a magnitude e a direção da FRS, influenciando subsequentemente o deslocamento, a velocidade e a aceleração desta ação do GR. Estas foram, pois, razões decisivas para a opção de se realizar laboratorialmente a análise do movimento.

Assim, tendo em conta as vantagens tecnológicas oferecidas pelo LABIOMEPE e o escopo da nossa investigação, salvaguardamos a validade ecológica do estudo reproduzindo, neste laboratório, um espaço idêntico a uma área de baliza de um campo de futebol, através da colocação de uma baliza com medidas oficiais assente sobre um relvado sintético fornecido pela empresa SAFINA.

No sentido de almejar uma performance de excelência no Futebol, é fundamental tomar consciência das palavras de Tani e colaboradores (2010, p. 14) quando consideram que *“a infinidade de variáveis orgânicas e do contexto e, igualmente, o número astronómico de interações daí resultante, pode parecer uma tarefa quixotesca e imponderável mapear o universo de variáveis intervenientes nos processos de aprendizagem, controle e desenvolvimento motor”*. Porém, acreditamos que a realização deste estudo investigacional pode representar um passo que permita evidenciar indicadores pertinentes para a evolução do conhecimento científico no domínio da estrada aérea do GR, nomeadamente quando estes utilizam a TMI ou a TMS. No fundo é nosso propósito demonstrar se haverá, ou não, uma técnica que permita ao GR chegar mais longe e mais rápido numa estrada aérea.

E assim, em concordância com Tavares (1997, pp. 11, 12), *“se submete o jogador, às leis e à eficácia”* onde *“as coordenadas simbólicas da experiência comunicacional e a elaboração do sentido pretendido manifestam-se através de sintomas ou índices corporais que vão desde a relação do centro de massa-base de apoios, ao grau de flexão-extensão dos membros inferiores, lado de colocação do peso, etc.”*

1.2. Objetivos e Hipóteses

Constitui-se como principal objetivo deste trabalho analisar e comparar, em termos de eficácia, a TMI e a TMS, na estirada aérea do GR sénior profissional português. Em conformidade com o principal objetivo do estudo, com a amostra e o *instrumentarium* disponível, identificou-se como essência investigacional complementar formular-se os seguintes objetivos específicos:

i. Analisar e comparar o GR da I Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) com o GR da II Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF) quanto à eficácia (na escala de tempo) da estirada aérea, tanto na utilização da TMI como da TMS, atendendo, também, à preferência em termos de lateralidade.

ii. Analisar e comparar o GR da I LPPF com o GR da II LPPF quanto à magnitude da componente vertical da força de reação do solo (FRS) na fase propulsiva da estirada aérea, tanto na utilização da TMI como da TMS, atendendo, também, à preferência em termos de lateralidade.

iii. Analisar e comparar o GR da I LPPF com o GR da II LPPF quanto à altura máxima da pélvis na estirada aérea, tanto na utilização da TMI como da TMS, atendendo, também, à preferência em termos de lateralidade.

iv. Analisar e comparar o GR da I LPPF com o GR da II LPPF quanto à velocidade de deslocamento na estirada aérea, tanto na utilização da TMI como da TMS, atendendo, também, à preferência em termos de lateralidade.

De acordo com os objetivos supracitados definiu-se como hipótese geral do estudo verificar que a TMI apresenta uma eficácia superior relativamente à TMS, na estirada aérea do GR. Complementarmente, foram levantadas mais algumas hipóteses, a saber:

i. Na estirada aérea, tanto na TMI como na TMS, os GRS da I LPPF apresentam maior eficácia (na escala de tempo) quando comparados com os GRs da II LPPF. Verifica-se, também, maior eficácia (na escala de tempo), quando os GRs se estiram para o seu lado preferido.

ii. Durante a fase propulsiva da estirada aérea, tanto na TMI como na TMS, os GRS da I LPPF apresentam uma magnitude da componente vertical da FRS superior, quando comparados com os GRs da II LPPF. Verifica-se, também, uma maior magnitude da FRS, durante a fase propulsiva, quando os GRs se estiram para o seu lado preferido.

iii. Verifica-se que a altura máxima da pélvis na estirada aérea, na utilização da TMI e a TMS, é superior nos GRs da I LPPF quando comparados com os GRs da II LPPF. Verifica-se, também, que a os GRs atingem uma maior altura máxima da pélvis quando se estiram para o seu lado preferido.

iv. Tanto na estirada aérea, com utilização da TMI como da TMS, verifica-se que os GRS da I LPPF apresentam uma velocidade de deslocamento superior do que os GRs da II LPPF. Verifica-se, também, que a velocidade de deslocamento é superior quando os GRs se estiram para o seu lado preferido.

1.3. Estrutura da Dissertação

O presente trabalho encontra-se dividido em 7 capítulos: i) Introdução, ii) Revisão Bibliográfica, iii) Material e Métodos, iv) Apresentação e Discussão dos Resultados, v) Conclusões, vi) Bibliografia e vii) Anexos.

O capítulo de “**Introdução**” visa essencialmente demonstrar a pertinência do tema, apresentar os objetivos e as respetivas hipóteses, sendo que na “**Revisão Bibliográfica**” é contextualizado o estado atual do conhecimento do GR de Futebol à luz da Biomecânica.

Os procedimentos metodológicos encontram-se descritos em “**Material e Métodos**” e os dados daí provenientes são expostos e discutidos no capítulo de “**Apresentação e Discussão dos Resultados**”.

O quinto capítulo é dedicado às “**Conclusões**”, onde se incluem, também, algumas recomendações para trabalho futuro.

No capítulo “**Bibliografia**” encontram-se as referências bibliográficas consultadas para a realização deste trabalho.

Por fim, em “**Anexos**”, pode visualizar-se: i) o ofício que solicita aos clubes a autorização para participação dos seus GRs no nosso estudo; ii) o “Consentimento informado”; iii) a ficha de caracterização dos GRs e iv) o trabalho submetido e aceite para apresentação oral no 7.º Congresso Nacional de Biomecânica, que decorrerá em Guimarães, nos dias 10 e 11 de Fevereiro de 2017.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica

2. Revisão Bibliográfica

No Futebol há um jogador que se distingue dos demais: o guarda-redes (GR). As suas ações e desempenho influenciam decisivamente o resultado final de um jogo e, como tal, os seus movimentos e o seu comportamento em campo devem visar a máxima eficácia. Por este motivo, entendemos que a análise das variáveis Biomecânicas subjacentes às ações de um GR é determinante para a evolução do rendimento deste jogador.

O objetivo deste trabalho de pesquisa bibliográfica foi averiguar sobre aspetos relacionados com o GR de Futebol investigados à luz da Biomecânica. Para o efeito, realizou-se uma pesquisa bibliográfica conduzida através das bases de dados informáticas: *Descoberta*, *Google Scholar* e *PubMed*, utilizando o conjunto de palavras-chave: *Biomechanics*, *Soccer* e *Goalkeeper*. Foram ainda consultados artigos mencionados nas referências bibliográficas dos artigos previamente selecionados e dois artigos contidos no documento “*Program and abstracts - 8th World Congress on Science and Football, Copenhagen, Denmark, 20-23 May, 2015*”.

No total, foram selecionados 46 estudos, que dividimos em 5 temas: i) Perfil Biomecânico do GR de Futebol (13 artigos); ii) Análise Biomecânica da estirada aérea do GR de Futebol (8 artigos); iii) Aspetos Biomecânicos na defesa da grande penalidade no Futebol (15 artigos); iv) Biomecânica relativa ao pontapé longo do GR de futebol (5 artigos) e v) Biomecânica no estudo das lesões do GR de Futebol (5 artigos).

Esta análise bibliográfica permitiu verificar que existem temas mais frequentes nos trabalhos científicos sobre GR, de que são exemplo investigações relacionadas com o perfil Biomecânico do GR de Futebol e com os aspetos Biomecânicos na defesa da grande penalidade. Consideramos, no entanto, que há situações que, pela relevância que apresentam no desempenho competitivo do GR, carecem de investigação na área da Biomecânica. São exemplo as ações técnicas de estiradas aéreas e dos deslocamentos curtos e intensos que o GR realiza junto da sua baliza, sendo que relativamente a esta última ação não encontramos qualquer registo de investigação.

2.1. O Guarda-redes de Futebol: Um olhar da Biomecânica

Chegar mais longe e mais rápido, ainda que na ínfima unidade de medida, pode representar a conquista de algo notável. Aparentes pormenores são decisivos e quando falamos sobre o desempenho do GR de Futebol a evidência é notória, pois sabemos que o sucesso numa defesa pode traduzir-se na vitória de um jogo ou na conquista de um campeonato. Para melhor analisarmos e compreendermos os fatores chave que estão subjacentes a um desempenho de excelência num GR de Futebol, paralelamente a uma visão sistêmica de toda a sua atuação, é essencial realizarmos uma análise pormenorizada sobre o seu comportamento motor, dentro do seu *habitat* competitivo. Neste sentido, para podermos maximizar o rendimento de um GR é fundamental compreender os diferentes constrangimentos que afetam determinadas ações motoras e identificar os indicadores que poderão contribuir para elevar os seus níveis de performance.

De acordo com Vilas-Boas (2001), encontramos na Biomecânica do Desporto uma área que contribui para a otimização da performance desportiva, uma vez que a Biomecânica do Desporto estuda a mecânica dos sistemas biológicos, constituindo-se como uma das mais importantes Ciências do Desporto, sendo a sua intervenção determinante em diferentes domínios. A saber: i) no do mais puro entendimento do movimento desportivo e dos fatores que constroem a sua otimização; ii) no da simulação de novos movimentos e das respetivas exigências morfo-funcionais; iii) no da promoção da adequação dos materiais e instrumentos de realização desportiva à preservação da saúde e integridade dos praticantes e à maximização das prestações e iv) no da prevenção e terapia, reconstrutiva ou não, de lesões desportivas.

Por conseguinte, verifica-se uma abrangência da Biomecânica nos processos fundamentais no domínio do Desporto, no entanto *é importante ressaltar que*, como afirma Abrantes (2008, p. 8), “a Biomecânica não estuda como se controla, mas sim qual o resultado do que foi controlado e quais as respetivas causas e consequências de movimento e força que são processados no corpo e no exterior”. Assim, para o mesmo autor, “o objeto de estudo da

Biomecânica do comportamento motor é a produção não determinista do sistema locomotor resultante das solicitações mecânicas exteriores e das respostas biológicas organizadas sob o ponto de vista cinemático e dinâmico” (Abrantes, 2008, p.8).

Vilas-Boas (2003) destaca três grandes domínios de intervenção da Biomecânica do Desporto, são eles: i) a cinemetria; ii) a dinamometria e a iii) eletromiografia, embora esta última não seja estritamente uma área Biomecânica mas, sim, Biofísica, sendo no entanto extensamente utilizada na Biomecânica pois dá-nos informação acerca do funcionamento do sistema músculo-esquelético. Quando os dados próprios destes domínios são recolhidos de forma sincronizada, são decisivos para a complexa investigação Biomecânica do movimento desportivo. Para além destes três domínios, consideramos, também, a antropometria, pois, como refere Abrantes (2008, p.17), na Biomecânica são fundamentais os conhecimentos sobre fatores próprios da morfologia anatómica e mecânica do corpo humano, nomeadamente no *“conhecimento dos elementos antropométricos, dos constrangimentos mecânicos impostos pelas articulações e dos constrangimentos impostos pelo tipo de corpo mecânico a que se associa o sistema biomecânico”*.

De acordo com Lees (2003, p. 109) é através da Biomecânica que *“encontramos métodos para gravar e analisar detalhadamente ações desportivas muito rápidas”*. As razões que este autor aponta para este facto prendem-se com: *“i) a necessidade de compreender efetivamente a mecânica geral do movimento, ii) a importância de descrever detalhadamente uma habilidade e iii) o interesse em analisar os fatores que estão subjacentes a uma performance de sucesso.”* Assim, impõem-se, tanto a investigadores como a treinadores, reflexões sobre as seguintes questões: Como minimizar as forças resistivas? Como maximizar a energia propulsiva? Como medir e avaliar o movimento?

Em suma, como referem Tani e colaboradores (2010, p. 20), *“a grande maioria dos pesquisadores procuram leis que expliquem o comportamento motor”* onde *“o indivíduo é considerado apenas como o exemplo da expressão*

de uma teoria” e “é exatamente observando o comportamento motor das pessoas que os profissionais fazem a avaliação e a prescrição dos movimentos” (Tani et al. 2010, p. 3), pois, na realidade, *“o comportamento motor humano envolve uma ação efetora que resulta num deslocamento do corpo ou dos membros num determinado padrão espacial e temporal (movimento), portanto é algo observável e mensurável”* (Tani et al. 2010, p. 16-17). No entanto, como argumenta Tavares (2013, p. 120), *“uma vez que “o observador não pode, por si próprio, reduzir a velocidade do mundo há como que um artifício técnico – a filmagem e a passagem posterior para câmara lenta – que dá aos olhos a capacidade para ver pormenores que a realidade não queria deixar ver”, pois, “a lentidão artificial e a redução artificial da velocidade ilumina, torna mais claro”.*

Segundo Lees e Nolan (1998, p. 211) *“os fatores Biomecânicos relevantes para o sucesso de um jogo de Futebol estão relacionados com: i) a performance técnica dos atletas; ii) o equipamento por eles utilizado e iii) os mecanismos indutores de lesão.”* Para este autor, a habilidade de um GR é importante para evitar golos da equipa adversária, existindo determinadas técnicas que o GR deve dominar na sua plenitude. Assim a Biomecânica do Desporto constitui-se como uma área decisiva para um atleta alcançar a máxima eficácia na sua técnica desportiva.

Hervéou e colaboradores (2015, p. 87) são inequívocos ao afirmar que *“o GR é um elemento chave no resultado de um jogo de Futebol, porém, estranhamente, poucos estudos se focam no seu desempenho desportivo”.* Perante tal afirmação, e dada a enorme relevância que atribuímos ao papel do GR no Futebol, procuramos perceber o estado atual do conhecimento científico relativamente a este atleta, nomeadamente através da pesquisa de investigações em que ocorreram intervenções da Biomecânica. Para o efeito, durante o mês de abril de 2016 conduzimos uma pesquisa bibliográfica pelas seguintes bases de dados informáticas: *PubMed, Google Scholar e Descoberta*, utilizando como palavras-chave: *Biomechanics, Soccer e Goalkeeper*. Para além dos estudos identificados nas referidas bases de dados, considerámos e seleccionámos outras investigações a partir de algumas referências bibliográficas de artigos, entretanto triados. Também, através da

consulta do documento oficial de resumos do 8.º Congresso de Ciência e Futebol, que decorreu na Dinamarca, entre 20 e 23 de maio de 2015, acedemos a 2 artigos de total pertinência dentro do nosso escopo investigacional.

No total seleccionámos 46 artigos científicos. Uma vez que se verificou que a intervenção da Biomecânica abarcou diferentes aspetos relacionados com o GR de Futebol, optamos por dividir as investigações nos seguintes 5 temas: i) Perfil Biomecânico do GR de Futebol (13 artigos); ii) Análise Biomecânica da estirada aérea do GR de Futebol (8 artigos); iii) Aspetos Biomecânicos na defesa da grande penalidade no Futebol (15 artigos); iv) Biomecânica relativa ao pontapé longo do GR de futebol (5 artigos) e v) Biomecânica no estudo das lesões do GR de Futebol (5 artigos). Nos casos em que os estudos abordam dois destes temas integramos o artigo em causa na área que nos pareceu mais próxima do seu propósito de pesquisa.

2.1.1. Perfil Biomecânico do GR de Futebol

Segundo Reilly e colaboradores (2000, p. 671) as predisposições antropométricas estão correlacionadas com o papel do jogador dentro do campo, sendo que *“os mais altos tendem a obter vantagens em atuar em determinadas posições, nomeadamente as de GRs, defesas centrais e avançados centro”*. Por outro lado, no que diz respeito ao regime de esforços de um jogador de Futebol perante a competição, os mesmos autores afirmam que *“o perfil fisiológico de um futebolista está diretamente relacionado com o seu estatuto posicional”* (Reilly et al. 2000, p. 669).

De acordo Smith e Shay (2013), o GR pode ser visto como o elemento com a posição mais especializada no terreno de jogo, pois, como refere Castelo (2003), o GR beneficia de um estatuto diferente de todos os seus companheiros no que diz respeito às formas de contacto com a bola (poderá utilizar qualquer parte do corpo) e de proteção aos seus comportamentos tático-técnicos, quando se posiciona dentro da sua área de grande penalidade, sendo que fora desta é considerado como um jogador de campo. Tais requisitos regulamentares conferem especificidade ao GR, concedendo-lhe determinados privilégios e

limitações de atuação. Aqui, salientamos as palavras de Tavares (1997, p.10) quando refere que *“cada jogador encontra-se submetido a um conjunto de limitações ao modo de transformar a materialidade do seu corpo, pois as regras formalizam, de forma objetiva e prescritiva, «o que se pode e o que não se pode fazer» com o corpo na sua relação com os outros”*.

Existem vários estudos científicos que analisam as características cineantropométricas dos jogadores de Futebol. No Quadro 1 encontra-se uma compilação por nós selecionada.

Na revisão levada a cabo por Ziv e Lidor (2011), que teve por base uma compilação de 24 estudos relacionados com as características físicas e fisiológicas dos jogadores de Futebol, são apresentados alguns dados antropométricos relativos aos GRs de Futebol e que reproduzimos no Quadro 2.

Quadro 1 - Artigos relacionados com o perfil cineantropométrico do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica.

| Autores e anos | Título |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reilly e colaboradores (2000) | Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. |
| Sørensen e colaboradores (2001) | Biomechanical profile of soccer goalkeepers. |
| Di Salvo e colaboradores (2008) | Activity profile of elite goalkeepers during football match-play. |
| Sørensen e colaboradores (2008) | Biomechanical profile of Danish elite and sub-elite soccer goalkeepers. |
| Sutton e colaboradores (2009) | Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. |
| Ziv e Lidor (2011) | Physical characteristics, physiological attributes, and on-field performances of soccer goalkeepers. |
| Milanović e colaboradores (2012) | Comparative Analysis of morphological characteristics of goalkeepers in football and handball. |
| Jezdimirović e colaboradores (2013) | Differences in the vertical jump in soccer players according to their position on the team. |
| Rebello e colaboradores (2013) | Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. |
| Tonnessen e colaboradores (2013) | Maximal Aerobic Power Characteristics of Male Professional Soccer Players, 1989-2012. |
| Zahálka e colaboradores (2013) | Power assessment of lower limbs and strength asymmetry of soccer goalkeepers. |
| Padulo e colaboradores (2014) | High frequency performance analysis of professional soccer goalkeepers: A pilot study. |
| Santi-Maria e colaboradores (2015) | Percentage of Body Fat of Young Soccer Players: Comparison of Proposed Regression Frequencies between Goalkeepers and Soccer Camp Players. |

Através dos vários estudos selecionados por Ziv e Lidor (2011), estes constataram que o GR é o elemento que apresenta valores mais elevados em massa e em altura em comparação com os restantes jogadores de campo,

resultados também constatados nos estudos de Jezdimirović e colaboradores (2013), Reilly e colaboradores (2000), Santi-Maria e colaboradores (2015) e Sutton e colaboradores (2009).

Quadro 2 - Características antropométricas dos GRs de Futebol ($\bar{X} \pm Dp$; Adapt. de Ziv & Lidor, 2011).

| Estudo | Participantes | Nível de competição | Altura (cm) | Massa (kg) | Massa Gorda (%) | Massa Livre de Gordura (kg) |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------------------|
| Acar e colaboradores (2004) | n=9 | 1.ª liga – Turquia e Chipre | 186. \pm 5.0 | 79.4 \pm 7.6 | N/A | N/A |
| | n=6 | 2.ª e 3.ª Liga – Turquia e Chipre | | | | |
| Arnason e colaboradores (2004) | n=24 | 17 equipas da divisão de elite e 1.ª divisão da Islândia | 185.2 \pm 4.7 | 81.4 \pm 7.7 | 12.3 \pm 5.3 | 71.4 |
| Bloomfield e colaboradores (2005) | n=68 | Premier League Inglesa | 188 \pm 4 | 83.3 \pm 6.9 | N/A | N/A |
| | n=50 | Bundesliga Alemã | 189 \pm 4 | 82.2 \pm 6.2 | | |
| | n=60 | Série A Italiana | 186 \pm 4 | 79.1 \pm 5.5 | | |
| | n=56 | 1.ª divisão Espanhola | 185 \pm 4 | 81.1 \pm 4.3 | | |
| Davis e colaboradores (1992) | n=13 | 8 equipas da 1.ª e 2.ª divisão Inglesa | N/A | 86.1 \pm 5.5 | 13.3 \pm 2.1 | 74.6 |
| Duraskovic e colaboradores (2002) | n=88 | Campeonato do mundo da Coreia e Japão | 186.4 \pm 5.3 | 81.6 \pm 6.3 | N/A | N/A |
| Guner e colaboradores (2005) | n=20 | GRs da 1.ª Liga Turca | 187.2 \pm 3.7 | 84.32 \pm 6.97 | N/A | N/A |
| Hencken e White (2006) | n=2 | 1 equipa da Premiership Inglesa | 185 \pm 12 | 86.3 \pm 12.1 | N/A | N/A |
| Matkovic e colaboradores (2003) | n=7 | 1.ª Liga Croata | 182.1 | 80.1 | 20.2 | 63.9 |
| Sporis e colaboradores (2009) | n=30 | 12 equipas da 1.ª Liga Croata | 186 \pm 3.1 | 81 \pm 2.3 | 14.2 \pm 1.9 | 69.5 |
| Sutton e colaboradores (2009) | n=8 | Premier League Inglesa | 190 \pm 3 | 91.2 \pm 4.6 | N/A | N/A |
| Taskin e colaboradores (2008) | n=42 | Diferentes Ligas da Turquia | 186 \pm 3 | 77.62 \pm 3,26 | N/A | N/A |

Em termos fisiológicos, os GRs são os elementos das equipas que apresentam o menor $\dot{V}O_{2\text{máximo}}$ (Tonnessen, 2013). No entanto, considerando o regime anaeróbio, nomeadamente no que diz respeito às capacidades condicionais de agilidade e velocidade, Ziv e Lidor (2011) encontraram resultados distintos em diferentes estudos. Alguns desses estudos evidenciam valores semelhantes entre GRs e jogadores de campo e, noutros, os desempenhos dos GRs ficam ligeiramente aquém dos resultados dos restantes jogadores. Os mesmos autores sublinharam que num jogo é requerido que os

GRs apresentem uma elevada destreza no que diz respeito a mudanças de direção, pois muitas vezes têm que efetuar ações num pequeno espaço, junto da sua baliza. Por seu lado, Reilly e colaboradores (2000), são inequívocos ao afirmar que, no Futebol de alto nível, são desejáveis elevados níveis de capacidade anaeróbia e que os valores mais elevados desta capacidade fisiológica são encontrados nos GRs, defesas centrais e avançados.

No que se refere às capacidades relacionadas com a força e sua manifestação muscular, Ziv e Lidor (2011) destacam a importância do salto vertical no GR, nomeadamente para desviar ou intercetar bolas em resposta a remates aéreos ou a cruzamentos. Geralmente os GRs desenvolvem valores de força mais elevados no salto vertical, quando avaliados e comparados com os jogadores de campo. De acordo com Jezdimirović e colaboradores (2013), o salto vertical permite estimar a força explosiva dos membros inferiores. De facto, dentro da diversidade de ações a que o GR está sujeito, apercebemo-nos que as mais preponderantes, em termos fisiológicos, são caracterizadas por serem ações explosivas, onde a velocidade de contração muscular é elevada.

Segundo Arts (2004), um dos grandes objetivos motores do GR passa por realizar as ações motoras com a maior rapidez possível, produzindo máxima potência, tendo, deste modo, a capacidade de mover o seu próprio peso rapidamente. Esta afirmação é corroborada por Mulqueen e Woitalla (2011, p.5), quando afirmam que uma das capacidades condicionais chave nos GRs é a força explosiva, especialmente nos remates à queima-roupa, *“pois os GRs têm que estar preparados para sair como uma mola em direção à bola a partir de uma posição estática, sem a luxúria de um passo extra”*. Tais afirmações permitem inferir que um dos fatores chave na performance de um GR de elite consiste na realização de movimentos em que este aplica a máxima energia por unidade de tempo.

Di Salvo e colaboradores (2008) destacam que, em competição, a atividade física do GR não é tão elevada como a dos jogadores de campo, porém as ações de alta intensidade que realizam são decisivas no resultado final de um jogo, o que vai de encontro ao trabalho de Padulo e colaboradores (2014) quando

referem que os exercícios de treino a realizar com os GRs devem ser substancialmente distintos dos exercícios a administrar aos jogadores de campo. De facto, de acordo com o regime de esforços imposto ao GR durante o jogo, que evidencia mudanças de direção realizadas num curto espaço e a alta velocidade, os exercícios a ministrar devem caraterizar-se, essencialmente, por serem realizados com intensidades máximas e em curtas distâncias.

Devemos, no entanto, atender às palavras de Reilly e colaboradores (2000, p. 680), quando referem que *“há muitos fatores que contribuem para uma carreira bem-sucedida no Futebol”*, uma vez que para a obtenção de sucesso não se podem isolar pré-requisitos antropométricos e fisiológicos num atleta.

2.1.2 Análise Biomecânica da estirada aérea do GR de Futebol

Para Smith e Shay (2013, p.68) *“a estirada do GR representa a mais significativa omissão na literatura relacionada com o treino do GR”*. Na nossa pesquisa encontramos somente 8 investigações que se debruçam especificamente sobre a análise biomecânica desta ação do GR (Quadro 3).

Quadro 3 - Artigos relacionados com a estirada aérea do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica.

| Autores e anos | Título |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Suzuki e colaboradores (1988) | Analysis of the goalkeeper's diving motion. |
| Graham-Smith e Lees (1999) | Analysis of technique of goalkeepers during the penalty kick. |
| Tsai (2005) | An analysis of goalkeeper diving response time for the penalty kick in soccer. |
| Spratford e colaboradores (2009) | The influence of dive direction on the movement characteristics for elite football goalkeepers. |
| Smith e Shay (2013) | Ideal dive technique in high one-handed soccer saves: Top hand versus bottom hand. |
| Matsukura e colaboradores (2014) | Characteristics of movement and force exerted by soccer goalkeepers during diving motion. |
| Steendahl e Smith (2015) | A three dimensional Analysis of one handed aerial soccer goalkeeper saves. |
| Hervéou e colaboradores (2015) | Ground reactions forces and lower limbs muscular activity during soccer goalkeepers side dives. |

Sendo a estirada do GR um gesto técnico determinante no jogo de Futebol e uma vez que consideramos escasso o número de artigos encontrados sobre esta temática, optamos por apresentar resumidamente e cronologicamente dados de todos eles.

A primeira investigação Biomecânica relativa à estirada aérea do GR de futebol que encontramos foi efetuada por Suzuki e colaboradores (1988), tendo os procedimentos experimentais sido realizados num laboratório e consistiram na análise cinemática da estirada. Nesse trabalho foi comparada a performance de 2 GRs de elite com 2 GRs não elite na estirada aérea para uma bola estacionária a 2,5m de distância e a três alturas diferentes (0,3m, 0,9m e 1,5m). Desse estudo concluiu-se que a velocidade horizontal do centro de massa em direção à bola era superior nos GRs de elite, verificando-se que a estirada aérea, nestes, era efetuada de forma mais direta e com maior velocidade comparativamente com os GR não elite. Os resultados obtidos neste estudo levaram os seus autores a afirmar que um fator chave para a concretização de uma boa estirada consiste na habilidade do GR fazer mover o seu corpo de forma rápida e percorrendo o maior deslocamento aéreo possível.

Na investigação Biomecânica levada a cabo por Graham-Smith e Lees (1999) verificou-se que os GRs executam padrões de estiradas distintos, dependendo da distância e do percurso que a bola leva, em direção à baliza.

O estudo de Tsai (2005) teve como principal objetivo avaliar o tempo de reação em diferentes estiradas de GR. Neste estudo participaram 6 GRs universitários, que realizaram as estiradas precedidas por um estímulo visual. As estiradas foram gravadas utilizando uma câmara de vídeo de alta velocidade, sincronizada com uma plataforma de forças. Os resultados demonstraram, essencialmente, que o tempo de resposta do GR ao estímulo difere consoante a zona da baliza para onde estes realizam a estirada.

Sprattford e colaboradores (2009) analisaram biomecanicamente os padrões do movimento de 6 GRs masculinos de elite, com o propósito de comparar as estiradas para o seu lado preferido e não preferido, em direção a bolas estacionárias, colocadas a três diferentes distâncias e alturas, nomeadamente: distância de 2,36m e altura de 0,3m; distância de 2,50m e altura de 0,9m; distância de 2,78m e altura de 1,5m. Nesta análise, os GRs efetuaram a estirada com passo de balanço prévio, sobre uma plataforma de forças. Através da análise cinemática, verificou-se que nas defesas realizadas para o

lado não preferido, o percurso do centro de massa em direção à bola foi mais lento e não tão direto, observando-se diferenças estatisticamente significativas na rotação da pélvis e do tórax, no início do evento. Para os autores, estas foram as causas das assimetrias e das distintas performances entre o lado preferido e o lado não preferido.

A primeira investigação que se focou na estirada aérea e onde se pretendeu analisar e comparar a técnica de defesa com a mão inferior (TMI) e a técnica de defesa com a mão superior (TMS) foi levada a cabo por Smith e Shay (2013). Segundo estes autores a defesa com uma mão pode ser ideal no caso de a bola estar fora do alcance das duas mãos, uma vez que pode proporcionar uma reação mais rápida e levar a um alcance mais longo. Os referidos autores sublinharam ainda que observando GRs de elite, se verifica uma variação na técnica de estirada aérea. De facto, podemos distinguir duas abordagens distintas na defesa da bola quando esta é direcionada para zonas laterais e superiores da baliza: a TMS e a TMI. Inicialmente, nesta pesquisa, foram analisadas imagens reais de 20 defesas utilizando a TMI e 20 defesas utilizando a TMS, em jogos ingleses, europeus e internacionais, entre os anos de 1992 e 2010. Nesta análise, a baliza foi dividida, virtualmente, em 4 zonas (zonas laterais altas, direita e esquerda, zonas médias altas, direita e esquerda), verificando-se uma distribuição equivalente (50%) no uso de ambas as técnicas nas defesas para as zonas laterais altas enquanto para as zonas médias altas a predominância foi a utilização da TMS (85%).

Posteriormente, ainda no trabalho de Smith e Shay (2013), com a participação de 8 GRs, com pelo menos um ano de prática no campeonato Inglês de futebol semiprofissional, analisaram-se, através de filmagens com uma câmara de vídeo a operar a uma frequência de 50Hz, defesas usando a TMI e a TMS, em direção a 4 zonas da baliza: média alta, média baixa, lateral alta e lateral baixa. Neste estudo, cujo principal objetivo foi o de verificar que zonas da baliza estariam melhor protegidas usando a TMI ou a TMS, os autores sublinharam que a TMI foi a técnica mais frequente quando se realizou o movimento de estirada aérea, pois a TMS implica a utilização da mão do lado inicialmente oposto àquele para onde a bola se desloca, ocorrendo uma abdução

deste membro superior, combinada com uma grande rotação do quadril e do tronco. Perante os resultados obtidos neste estudo, os autores sugerem que a TMI será a técnica mais consistente de acordo com os princípios de uma boa estirada, pois salientam que, através desta técnica, os GRs conseguem: i) deslocar-se de forma mais direta para a bola; ii) obter um deslocamento horizontal superior e iii) usufruir da possibilidade de ajustar o movimento no sentido de intercetar a bola com ambas as mãos. No entanto, também recomendam que não deverá ser excluída a utilização da TMS, nomeadamente na resposta a remates direcionados para a zona média alta da baliza, bem como em situações nas quais: i) os GRs voam demasiado cedo para a bola, ii) são requeridos ajustamentos na fase final da estirada ou iii) se verifica uma alteração da trajetória da bola. Os autores ressaltam que a falta de literatura relativa à estirada aérea na defesa da bola com uma mão gera dificuldades aos treinadores que pretendem instruir os GRs, sem, contudo, conhecerem os princípios ideais que poderão estar subjacentes a esta técnica.

Matsukura e colaboradores (2014) propuseram-se clarificar o mecanismo fundamental da estirada do GR, tendo em conta a altura e a distância do remate. Para o efeito recorreram a uma amostra de 11 GRs universitários que realizaram estiradas aéreas para bolas colocadas a diferentes alturas (2,2m; 1,22m e altura do colchão de queda) e a duas diferentes distâncias (1,83m e 3,50m). Os dados cinéticos e cinemáticos foram obtidos, respetivamente, através de duas plataformas de força e de um sistema tridimensional de captura de movimento a operar a 250 imagens por segundo. Na análise do movimento de estirada, foram considerados: i) a posição do centro de gravidade; ii) os ângulos articulares; iii) as forças de reação do solo e iv) os torques articulares. Os resultados demonstraram que a magnitude das forças de reação exercidas por ambos os membros inferiores no solo e a direção das forças exercidas pelo membro inferior do lado da estirada variam com a altura da bola. Foi observado que, ao comparar as estiradas mais longas com as estiradas mais curtas, a plataforma de forças registava um acréscimo de força no contra-movimento do membro inferior do lado oposto à estirada e, através dos resultados de procedimentos físico-matemáticos de dinâmica inversa, igualmente nos torques relativos à extensão

do quadril e do pé do lado da estirada. Por outro lado, não foram verificadas diferenças significativas no tempo de extensão do membro inferior do lado da bola. Estes resultados sugerem que durante o movimento propulsivo, o membro inferior oposto ao lado da bola controla a magnitude das forças exercidas no solo e o membro inferior do lado da bola controla tanto a magnitude como a direção das forças exercidas no solo, dependendo da altura a que se encontra a bola.

A investigação desenvolvida por Hervéou e colaboradores (2015) pretendeu averiguar os processos biomecânicos e neurofisiológicos envolvidos na estirada aérea do GR. Para tal, 10 GRs realizaram a estirada aérea para uma bola estacionária a três diferentes alturas do solo (0,5m; 1,22m; 2,44m), para ambos os lados. Os GRs executaram o movimento com monitorização por eletromiografia a sete músculos, de ambos os membros inferiores, e sobre duas plataformas de força. Deste trabalho, os autores, destacaram que o tempo de propulsão foi de $0,75 \pm 0,12$ s, sendo que, nesta fase propulsiva: i) o membro inferior oposto ao lado da bola aplicou força de forma ativa no solo em primeiro lugar; ii) ambos os membros aplicaram força ativa durante $0,21 \pm 0,02$ s e iii) o membro inferior do lado da estirada foi o último a exercer força ativa durante a fase propulsiva. Neste estudo verificou-se também que: i) as forças verticais não foram diferentes entre os dois membros inferiores; ii) a média do pico de força vertical foi de $18,57 \pm 3,46$ N/kg; iii) as forças médio-laterais foram maiores para a altura de 0,5m; iv) a atividade muscular foi perto de contrações voluntárias máximas para todos os músculos investigados (variação entre 75% e 100%); vi) a eletromiografia confirmou que os extensores do joelho e flexores plantares do tornozelo foram os músculos mais ativados, seguidos pelos dorsiflexores do tornozelo e flexores do joelho. Perante estes resultados, os autores concluíram que durante as estiradas laterais dos GRs ambos os membros inferiores têm uma importância significativa, mas em diferentes momentos e que também os músculos extensores do joelho e os músculos flexores plantares do tornozelo são músculos fundamentais no desempenho da estirada aérea do GR.

No outro estudo encontrado relativamente à comparação da TMS com a TMI, os autores Stendahl e Smith (2015), à semelhança de Smith e Shay (2013), salientam o facto de, até ao momento, não existirem trabalhos científicos que

permitam aferir se é mais vantajoso usar uma ou outra técnica para defender a bola. Os procedimentos experimentais deste trabalho decorreram num laboratório, com a utilização de um sistema de captura de imagem de 10 câmaras de infravermelhos. Participaram 10 GRs masculinos, com pelo menos um ano de prática como semi-profissionais. Os principais resultados demonstraram que não existiram diferenças estatisticamente significativas relativamente à velocidade do deslocamento do centro de massa, entre ambas as técnicas. Contudo o deslocamento observado do centro de massa evidenciou que os GRs voaram com uma trajetória maior usando a TMI que usando a TMS, e que durante a TMS se verificou uma rotação descendente do corpo, em contraponto com a TMI, onde se verificou uma rotação ascendente do corpo, na fase aérea do movimento.

2.1.3 Aspetos Biomecânicos na defesa da grande penalidade no Futebol

De acordo com as leis do Futebol, a marca para o pontapé de grande penalidade situa-se a 11m do meio da linha que une os dois postes de uma baliza, segundo a direção perpendicular a essa linha, tendo a baliza as medidas de 7,32m por 2,44m. O GR da equipa defensora deve colocar-se entre os postes da baliza, frente ao executante e sobre a linha de baliza, até ao momento em que a bola seja pontapeada.

Como referem Kerwin e Bray (2006), o pontapé de grande penalidade é um fator chave no Futebol e que, muitas vezes, determina o resultado de um jogo. Talvez por este facto numerosos artigos científicos se debruçam sobre esta temática, estando uma seleção de artigos relacionados com a Biomecânica deste remate elencados no Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos relacionados com a defesa da Grande Penalidade no Futebol, organizados por ordem cronológica.

| Autores e anos | Título |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kuhn (1988) | Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers. |
| Franks e Harvey (1997) | Cues for Goalkeepers-High-tech methods used to measure penalty shot response. |
| Morya e colaboradores (2003) | Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. |
| Kerwin e Bray (2006) | Measuring and modelling the goalkeeper's diving envelope in a penalty kick. |
| Van Der Kamp (2006) | A field simulation study of the effectiveness of penalty kick strategies in soccer: late alterations of kick direction increase errors and reduce accuracy. |
| Wood e Wilson (2010) | A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. |
| Van der Kamp (2011) | Exploring the merits of perceptual anticipation in the soccer penalty kick. |
| Diaz e colaboradores (2012) | Anticipation from biological motion: the goalkeeper problem. |
| Navarro e colaboradores (2012) | The effects of high pressure on the point of no return in simulated penalty kicks. |
| Weigelt e colaboradores (2012) | Kick it like Ballack: The effects of goalkeeping gestures on goal-side selection in experienced soccer players and soccer novices. |
| Navarro e colaboradores (2013) | The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. |
| Lopes e colaboradores (2014) | Predicting the lateral direction of deceptive and non-deceptive penalty kicks in football from the kinematics of the kicker. |
| Misirlişoy e Haggard (2014) | Asymmetric predictability and cognitive competition in football penalty shootouts. |
| Navia e Ruiz (2014) | Análisis de la complejidad perceptivo-motriz y psicológica del penalti en el fútbol.[Analysis of the perceptual-motor and psychological complexity of the soccer penalty kick]. |
| Noël e colaboradores (2015) | Implicit Goalkeeper Influences on Goal Side Selection in Representative Penalty Kicking Tasks. |

Essencialmente, os estudos indicados na Tabela 4 analisam estratégias e fornecem indicadores de atuação, tanto a GRs como a executantes do pontapé da marca de grande penalidade. Os meios utilizados no estudo em Biomecânica permitem analisar detalhadamente tais estratégias, bem como verificar outros indicadores, como por exemplo a velocidade com que a bola atinge a baliza depois de ser rematada. A este respeito, Franks e Harvey (1997) referem que, na situação de grande penalidade, a bola depois de ser rematada atinge a baliza em 600 milissegundos (ms). Por seu lado, Kerwin e Bray (2006) verificaram que este tempo oscila entre 500 a 700 ms. Estes dados permitem constatar que quando o remate de grande penalidade é bem colocado não oferece grandes possibilidades de defesa ao GR uma vez que, nessa situação, o intervalo de tempo que a bola leva a alcançar a baliza, é inferior ao intervalo de tempo total que o GR leva a executar a ação de defesa. Como atrás referido e de acordo com Hervéou e colaboradores (2015) os valores de tempo de propulsão prévios

à estirada são da ordem de 750 ± 120 ms aos quais acresce ainda o tempo de reação e o tempo de voo da estirada.

Como tal, Diaz e colaboradores (2012, p. 848-849), sugerem que “os GRs *devem obter informações visuais provenientes do movimento do corpo do executante antes da bola ser rematada*”, de modo a visualizarem mentalmente a possível orientação da bola no remate e “anteciparem” o melhor movimento de defesa. Perante este facto, vários investigadores encontram interesse em estudar as estratégias antecipatórias do GR na defesa da grande penalidade (cf., Diaz et al, 2012, Kuhn, 1988; Misirlisoy & Haggard, 2014; Navia & Ruiz, 2014; Weigelt et al., 2012 e Wood & Wilson, 2010). No nosso entender, este tipo de investigações revela-se essencial, pois, por um lado esta situação é decisiva no jogo de Futebol e, por outro, é através de uma estratégia antecipatória que o GR aumenta as suas possibilidades de êxito de defesa perante uma grande penalidade.

Encontramos igualmente trabalhos de investigação mais focados nas estratégias dos executantes do pontapé da marca de grande penalidade (Lopes et al., 2014; Kuhn, 1988; Morya et al., 2003; Navarro et al., 2012; Navarro et al., 2013; Navia & Ruiz, 2014; Noël et al., 2015; Van Der Kamp, 2006; Van Der Kamp, 2011). Estas estratégias passam muitas vezes por identificar e analisar indicadores fornecidos pelos GRs, os quais, em parte, visam condicionar o rematador.

No que diz respeito aos procedimentos de antecipação, destacamos as palavras de Diaz e colaboradores (2012, p. 848), a saber: “*as pessoas, muitas vezes, podem antecipar o resultado das ações da outra pessoa com base na informação visual disponível nos movimentos do corpo da outra pessoa*”. Esta capacidade de prever o resultado da ação de outra pessoa é impressionante, tendo em conta a complexidade da estrutura do corpo humano, as suas possíveis configurações e movimentos. Como tal, estes autores, levantam uma pertinente questão: “*Que informação existe no movimento do corpo da outra pessoa que nos leva a antecipar com precisão o resultado de uma ação?*” (Diaz et al., 2012, p. 849). Lembramos, aqui, as palavras de Tavares (2013, p. 120),

quando refere que *“a lentidão torna possível a verdade!”*. Inequivocamente, afirmamos, que tal verdade só será alcançada através dos contributos da Biomecânica.

2.1.4. Biomecânica relativa ao pontapé longo do GR de Futebol

Linthorne e Patel (2011) referem que o pontapé longo é uma técnica bastante utilizada pelo GR num jogo de Futebol, sendo que GRs experientes conseguem pontapear a bola bem para além da linha do meio campo transformando, rapidamente, uma ação localizada na sua zona defensiva numa situação ofensiva. Segundo Ball e colaboradores (2013), os trabalhos de investigação na área da Biomecânica que examinam o pontapé longo centram-se em dados que avaliam o pré e o pós-contacto com a bola. No Quadro 5, elencamos os estudos encontrados relativos a esta temática.

Quadro 5 - Artigos de Biomecânica relacionados com o pontapé longo do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica.

| Autores e anos | Título |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| McCrudden e Reilly (1993) | A comparison of the punt and the drop-kick. |
| Píriz e colaboradores (2010) | Biomechanics of the volley kick by the soccer goalkeeper. |
| Linthorne e Patel (2011) | Optimum projection angle for attaining maximum distance in a soccer punt kick. |
| Ball e colaboradores (2013) | Ball impact dynamics in the punt kick. |
| Tago e colaboradores (2013) | Kinematic analysis on the punt kick in Football goalkeeper. |

Piriz e colaboradores (2010, p. 47) afirmam que “o pontapé longo da bola, após os GRs a libertarem das suas mãos, pode ser identificado como um gesto de cadeia cinética aberta, que deve atender a dois objetivos: i) projetar da bola com uma determinada velocidade e ii) obter precisão relativamente ao destino onde querem fazer chegar a bola”.

Com o propósito de aferir qual o ângulo ótimo de projeção da bola para um pontapé longo do GR de Futebol, Linthorne e Patel (2011) concluíram que o ângulo ideal de projeção da bola se situa aproximadamente nos 45°, o qual permite obter um alcance máximo.

Por seu lado, Tago e colaboradores (2013), estudaram diferenças cinemáticas no pontapé longo do GR para diferentes distâncias de projeção da bola, tendo em conta o comportamento das articulações do joelho e da anca. Para o efeito procederam a análise vídeo com 2 câmaras a 250Hz. Os GRs começaram por realizar um pontapé longo com o maior alcance possível. A distância percorrida pela bola nesta situação constitui 100% do alcance possível para o GR em causa. Seguiram-se pontapés longos tendo como objetivo atingir marcas no campo colocadas a 60% e 80% dessa distância. Os autores concluíram que o GR adapta a intensidade no pontapé longo, através do ajuste da abdução da articulação do quadril e do ajuste do ângulo da articulação do joelho da perna que contacta com a bola, tanto na fase de pré-contacto como na fase de contacto com a mesma.

Embora o estudo de Ball e colaboradores (2013) represente a análise do pontapé longo no rugby optamos por mencioná-lo na Tabela 5, uma vez que este gesto é bastante similar à técnica empregada pelos GR no Futebol. Nesta investigação a cinemática do pontapé longo foi analisada através de uma câmara de vídeo a operar a 1000Hz. Os parâmetros analisados neste gesto técnico foram: i) distância percorrida pela bola em contacto com o pé; ii) tempo de contacto; iii) velocidade do pé antes do contacto com a bola; iv) velocidade do pé após o contacto com a bola, v) taxa de redução da velocidade do pé; vi) velocidade da bola depois do contacto do pé; vii) rácio da velocidade bola-pé; viii) pico de força de reação na bola e ix) força média de reação na bola. Os resultados permitiram concluir que os padrões do movimento são semelhantes aos encontrados no futebol. Foi igualmente possível verificar que o pico de forças no contacto do pé com a bola foi substancial, excedendo os 2000N.

2.1.5. Biomecânica no estudo das lesões do GR de Futebol

Como verificamos anteriormente, os GRs apresentam um perfil Biomecânico distinto dos restantes jogadores de campo, pois, como referem Eirale e colaboradores (2014, p. 34), estes “*estão envolvidos em situações biomecânicas específicas, durante o jogo de Futebol*”. Estes autores, no seu estudo, visaram analisar o padrão da incidência de lesões nos GRs profissionais,

comparativamente com a incidência de lesões verificadas nos jogadores de campo. Constataram que os GRs de Futebol são acometidos por um conjunto de lesões muito características, possivelmente devido à especificidade Biomecânica e fisiológica que lhes é requerida na sua performance. Estes autores concluíram, ainda, que os GRs têm propensão para as lesões agudas na anca, porém, no que diz respeito a lesões musculares, verificaram que a incidência de lesões é inferior, quando comparada com a dos jogadores de campo, em particular nos músculos isquiotibiais.

Os estudos por nós selecionados encontram-se elencados no Quadro 6. A maioria destes estudos relaciona-se com o impacto da anca no solo, após as estiradas laterais do GR. Esta problemática, segundo Schmitt e colaboradores (2010a), levou a FIFA (*Fédération International de Football Association*, 2005) a recomendar o uso de calções acolchoados por parte dos GRs.

Quadro 6 - Revisão de artigos de Biomecânica relativos ao estudo das lesões do GR de Futebol, organizados por ordem cronológica.

| Autores e anos | Título |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Groen e colaboradores (2008) | The relation between hip impact velocity and hip impact force differs between sideways fall techniques. |
| Schmitt e colaboradores (2008) | Hip injuries in professional and amateur soccer goalkeepers. |
| Schmitt e colaboradores (2010a) | Biomechanical loading of the hip during side jumps by soccer goalkeepers. |
| Schmitt e colaboradores (2010b) | Analysing the protective potential of padded soccer goalkeeper shorts. |
| Eirale e colaboradores (2014) | Different injury pattern in goalkeepers compared to field players: A three-year epidemiological study of professional football. |

O estudo desenvolvido por Groen e colaboradores (2008) procurou determinar se a velocidade de impacto tem influência na variedade e gravidade das lesões de impacto em diferentes técnicas de estiradas. Concluíram que a velocidade de impacto da anca pode ser útil para fazer uma previsão aproximada da força de impacto nas diferentes técnicas de estirada.

No estudo levado a cabo por Schmitt e colaboradores (2008), verificou-se que os GRs amadores se lesionam com mais frequência do que os GRs profissionais. Estes autores verificaram igualmente que as proteções acolchoadas na zona das ancas não influenciaram a taxa de lesões. Dado este facto, num outro estudo, Schmitt e colaboradores (2010b), sugerem que a

qualidade dos calções acolchoados deve ser melhorada, no sentido de prevenir o risco de lesões durante as quedas laterais do GR, proporcionando-lhes efetivamente a proteção para a qual foram concebidos.

Schmitt e colaboradores (2010a) levaram a cabo um trabalho de investigação envolvendo experiências laboratoriais e experiências no terreno de jogo. Em laboratório, para monitorizar a ação, utilizaram-se plataformas de força e uma câmara de vídeo de alta velocidade a operar a 500 Hz. Nas experiências de campo, foram utilizados sensores de pressão ajustados ao corpo do GR na zona do grande trocânter. Um dado relevante obtido neste trabalho permitiu verificar que quando os GRs realizavam um movimento de rotação na fase de contacto com o solo reduziam significativamente o risco de lesão.

A revisão bibliográfica aqui apresentada permitiu-nos compreender que a Biomecânica pode contribuir decisivamente, e de várias formas, para a evolução do conhecimento científico dentro do domínio do GR de Futebol.

Vilas-Boas (2001, p. 53) é perentório ao afirmar que *“como os contributos da Biomecânica são essenciais para a otimização da performance desportiva, (...) então há que garantir que os treinadores possam procurar entender e fazer uso seguro e consciente dos seus postulados e das suas novas conquistas científicas”*. No entanto, apoiando-nos nos dados recolhidos nesta pesquisa bibliográfica, consideramos que há lacunas na investigação referente ao GR de Futebol, estando longe de se conhecer quais são os movimentos mais eficientes deste jogador.

Por um lado, verificámos que existem estudos e indicadores científicos consideráveis, no que diz respeito à defesa da grande penalidade e ao perfil Biomecânico do GR. Noutro sentido, reconhecemos que há um caminho longo a percorrer, nomeadamente na ação da estirada aérea. À semelhança de Smith e Shay (2013) e de Stendahl e Smith (2015), consideramos escassa a investigação científica sobre este gesto técnico, por consequência a existência de uma grande lacuna na literatura relativamente à estirada aérea quando o GR utiliza a TMI ou a TMS para defender a bola. Torna-se, portanto, fundamental recolher mais dados sobre a utilização destas duas formas de estirada aérea, nomeadamente

procurando perceber quais os aspetos propulsivos que estão subjacentes a uma ou a outra técnica.

Um outro aspeto que entendemos ser determinante nos GRs e onde a Biomecânica pode intervir decisivamente prende-se com a análise dos deslocamentos curtos, mas rápidos e enérgicos do GR junto à sua baliza. Sobre esta ação do GR não encontramos qualquer investigação.

No entanto, e em conformidade com o postulado por Sørensen e colaboradores (2008), para além dos parâmetros Biomecânicos outros fatores são fundamentais para a performance do GR de Futebol, nomeadamente a compreensão tática do jogo, o posicionamento, a perceção e a antecipação. Tal facto deve fazer-nos refletir sobre a seguinte questão levantada por Tani (2002, p.147): *“que sentido tem um atleta ter uma impulsão vertical de 1,20m, se ele salta no momento errado?”* Pois, por mais que se disponha de uma excelente capacidade absoluta de salto vertical, se o tempo de salto não for adequado às características espaciais e temporais da bola o movimento revela-se ineficaz. No caso do GR, responder adequadamente a um remate ou a um cruzamento, para além da importância da força explosiva que é requerida a esta ação, é fundamental que, do ponto de vista decisional tático-técnico, a ação comportamental se efetue adequadamente, permitindo que este intercete a bola no momento oportuno.

Concordamos com Lees (2003, pp. 117-118), quando afirma que *“no Futebol muitas habilidades são passíveis de análise biomecânica, contudo, relativamente poucas foram analisadas em profundidade”*. Este autor é de opinião que há muitas oportunidades para os biomecânicos aplicarem os seus métodos analíticos no contexto do Futebol e contribuir, assim, para o desenvolvimento da ciência dentro desta modalidade. Neste caso, destacamos Vilas-Boas (2001, p. 53) quando afirma que *“este esforço parece ser tanto mais facilitado, quanto mais inequívoco for o reconhecimento, por um lado, da utilidade da Biomecânica e das mais-valias que acrescenta e, por outro, da importância de cada um se sentir efetivamente capaz de a utilizar de forma consequente”*.

Capítulo 3 - Material e Métodos

3. Material e Métodos

3.1. Caraterização da Amostra

A amostra deste estudo (ver Quadro 7) foi constituída por doze GRs profissionais, do sexo masculino, em que seis competem na Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) - *Liga NOS* - e outros seis encontram-se a competir na Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF) - *Ledman LigaPRO* - na época desportiva 2015/2016.

Quadro 7 - Caraterização da amostra ($\bar{X} \pm Dp$).

| | Idade | Altura (m) | Massa (kg) | Anos GR Profissional | Anos GR Federado | Lado Preferido | Pergunta Técnica* |
|----------------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|------------------|----------------|-------------------|
| <i>Geral (GRs da I LPPF e II LPPF)</i> | | | | | | | |
| | 27,9±5,5 | 1,85±0,05 | 81,5±6,7 | 10,1±5,3 | 18,5±6,0 | | |
| <i>GRs I LPPF</i> | | | | | | | |
| 1 | 40 | 1.84 | 82 | 21 | 28 | Direito | TNP |
| 2 | 28 | 1.93 | 90 | 11 | 17 | Direito | TMS |
| 3 | 23 | 1.89 | 86 | 4 | 12 | Direito | TMS |
| 4 | 28 | 1.90 | 83 | 10 | 21 | Direito | TMI |
| 5 | 31 | 1.91 | 94 | 14 | 17 | Direito | MP |
| 6 | 20 | 1.85 | 73 | 2 | 8 | Direito | TMI |
| | 28,3±6,9 | 1,89±0,04 | 84,7±7,3 | 10,3±6,9 | 17,2±7,0 | | |
| <i>GRs II LPPF</i> | | | | | | | |
| 7 | 25 | 1.78 | 74 | 7 | 15 | Direito | TNP |
| 8 | 31 | 1.78 | 76 | 14 | 26 | Direito | TNP |
| 9 | 31 | 1.84 | 76 | 13 | 25 | Direito | TNP |
| 10 | 20 | 1.84 | 79 | 4 | 14 | Direito | TMS |
| 11 | 30 | 1.81 | 78 | 11 | 21 | Direito | TMS |
| 12 | 29 | 1.85 | 87 | 10 | 18 | Direito | TMS |
| | 27,7±4,4 | 1,82±0,03 | 78,3±4,6 | 9,8±3,8 | 19,8±5,0 | | |

I LPPF – GRs a competir na I Liga Profissional Portuguesa de Futebol (época 2015/2016); **II LPPF** – GRs a competir na II Liga Profissional Portuguesa de Futebol (época 2015/2016); * Resposta à pergunta: "Nas estiradas aéreas quando usa uma mão para defender a bola, em que a mesma se dirige para zonas superiores e laterais da baliza, geralmente, utiliza:" (4 opções) **TMI**; **TMS**; **MP** (mão preferida) e **TNP** (técnica não padronizada).

De referir que o lado preferido (LP) reflete a preferência dos GRs, em termos de lateralidade, numa situação de remate. Uma vez que, neste estudo, o LP de todos os GRs participantes coincide com o lado direito (LD) este facto é recordado sempre que tal se justifique.

Foi endereçado aos clubes um ofício (ver anexo 1) a solicitar autorização para a participação dos GRs neste estudo. Previamente à realização dos

procedimentos experimentais, os participantes preencheram o consentimento informado (ver anexo 2) e uma ficha de caracterização individual (ver anexo 3).

3.2. Procedimentos Experimentais e *Instrumentarium*

Os GRs realizaram os testes biomecânicos num espaço idêntico a uma área de baliza de um campo de Futebol, nas instalações do LABIOMEF (ver Figura 1). Aqui, sobre um relvado sintético assentou uma baliza de medidas oficiais, com duas bolas em suspensão colocadas de acordo com as seguintes distâncias: i) distância lateral de 2,30m, relativamente ao eixo vertical do centro da baliza, em ambas as direções; ii) a uma altura do solo de 1,90m e iii) a uma distância de 0,60m à frente da linha de baliza.



Figura 1 - Espaço e instrumentarium utilizado para os testes biomecânicos.

Por debaixo do relvado sintético, na zona central da baliza, situavam-se duas plataformas de força Bertec FP6090 (*Bertec Corporation, Ohio, EUA*), com as medidas de 0,60m x 0,90m, as quais permitiram avaliar a magnitude e a direção da força de reação do solo (FRS) durante a fase propulsiva da estirada aérea.

A recolha das variáveis cinemáticas foi obtida por meio de um sistema de captura de movimento Qualisys (*Qualisys AB, Suécia*) composto por doze câmaras de infravermelhos Oqus, três do modelo 300+ (1.3 MP) e nove do modelo 400 (3 MP), a operar a uma frequência de 200 Hz.

Inicialmente foram colocados, em cada participante, 41 marcadores refletor, de 1,5cm de diâmetro, nas proeminências ósseas referidas no Quadro 8 e que podem ser observadas, no corpo do GR, através da Figura 2.

Quadro 8 - Marcadores refletor colocados no corpo dos GRs participantes.

| N.º Marcadores | Proeminências Ósseas | Referências |
|----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 4 | Face posterior e anterior, direita e esquerda, da cabeça. | RPLH, LPLH, RALH e LALH. |
| 1 | Processo espinhoso da sétima vértebra cervical. | C7. |
| 1 | Incisura jugular. | IJ. |
| 2 | Acrômio direito e Acrômio esquerdo. | RAC e LAC. |
| 1 | Apêndice Xifoide. | PX. |
| 2 | Espinha isquiática, direita e esquerda. | RPSIS e LPSIS. |
| 2 | Espinha ilíaca, direita e esquerda. | RASIS e LASIS. |
| 4 | Epicôndilo medial e lateral do úmero, direito e esquerdo. | RLELB, RMELB, LMELB e RMELEB. |
| 2 | Apófise estilóide do rádio, direita e esquerda. | RRAD e LRAD. |
| 2 | Apófise estilóide da Ulna, direita e esquerda. | RULN e LULN. |
| 4 | Face da cabeça do 2.º e 5.º metacarpo, direita e esquerda. | RLH, RMH, LMH e LLH. |
| 2 | Grande trocânter direito e esquerdo. | RTROC e LTROC. |
| 4 | Epicôndilo medial e lateral do fêmur, direito e esquerdo. | RLK, RMK, LLK e LMK. |
| 4 | Maléolo medial e lateral, direito e esquerdo. | RMA, RLA, LMA e LLA. |
| 2 | Superfície posterior do calcanhar direito e esquerdo. | RCA e LCA. |
| 4 | Face da cabeça do 1.º e 5.º metatarso, direito e esquerdo. | RFM5, RFM1, LFM5 e LFM1. |

Adicionalmente, utilizaram-se 28 marcadores de *tracking*, distribuídos por 8 *clusters* rígidos colocados nos membros superiores e inferiores dos participantes, sendo que os *clusters* colocados nos braços e antebraços do participante possuíam 3 marcadores cada e os *clusters* colocados nas coxas e pernas do participante possuíam 4 marcadores cada.

Foram, também, colocados 6 marcadores refletor em cada bola estacionária, nomeadamente: no topo, na base, no lado direito e esquerdo, na face anterior e posterior.

No sentido de registar a posição e orientação de todos os marcadores foi realizada uma recolha cinemática estática. A utilização dos 8 *clusters* rígidos permitiu remover 14 marcadores suscetíveis de causarem desconforto ou constituírem-se como perigosos durante a estirada aérea e a queda dos GRs. Os marcadores removidos foram relativos às referências: RLELB; RMELB; LMELB; RMELEB; RTROC; LTROC; RLK; RMK; LLK; LMK; RMA; RLA; LMA e

LLA. Deste modo conseguiu-se a obtenção das coordenadas espaciais dos segmentos corporais relativos aos marcadores extraídos e, ao mesmo tempo, garantiu-se a segurança dos GRs nos testes biomecânicos.



Figura 2 - Marcadores refletores no corpo do participante.

Os instrumentos utilizados para obter as variáveis cinemáticas e cinéticas encontravam-se sincronizados, permitindo, desta forma, aferir a FRS do GR durante a fase propulsiva da estirada aérea, em simultâneo com a análise cinemática dos seus movimentos em 3 graus de liberdade, com coordenadas definidas nas 3 dimensões espaciais e na dimensão temporal.

A equipa de recolhas biomecânicas foi constituída por 5 elementos com distintas tarefas. A saber: i) responsável pelo supervisionamento geral; ii) responsável pelo registo e codificação informática das estiradas aéreas; iii) responsável pela colocação e verificação dos marcadores nos GRs; iv) responsável pelo controlo do espaço, nomeadamente no cumprimento das medidas das bolas estacionárias relativamente ao eixo central da baliza e ao solo e v) responsável pela validação da ação biomecânica dos GRs.

Cada GR fez uma ativação geral de aproximadamente 12 minutos, que compreendeu deslocamentos variados, mobilizações articulares, exercícios de flexibilidade e estiradas aéreas de baixa/média intensidade, após a qual cada GR realizou um mínimo de 12 estiradas aéreas, as quais foram alvo de registo biomecânico.

Definiram-se dois critérios para a estirada aérea ser considerada válida, nomeadamente: i) os GRs colocados sobre as plataformas de força, teriam que

se propulsionar diretamente para a bola, sem usufruir de passo de balanço e ii) os marcadores refletos teriam que permanecer no corpo do GR até ao momento de contacto com a bola.

Os participantes eram informados previamente de qual a técnica a utilizar na estirada aérea (TMI ou TMS), no entanto não tinham conhecimento para que lado deviam realizar a mesma. Para o efeito, o lado da estirada foi randomizado e precedido por um estímulo visual. Também, durante os testes os GRs não obtinham a informação se a estirada aérea era válida, ou não, com o propósito de se manter a randomização em todos os movimentos em estudo.

Em suma, para cada GR participante, visou recolher-se dados biomecânicos relativos a 12 estiradas aéreas, divididas do seguinte modo: i) 3 estiradas aéreas para o lado preferido (LP), utilizando a TMI; ii) 3 estiradas aéreas para o lado não preferido (LNP), utilizando a TMI; iii) 3 estiradas para o LP, utilizando a TMS e iv) 3 estiradas para o LNP, utilizando a TMS.

Em média, por GR, o tempo necessário para a realização dos procedimentos experimentais foi de aproximadamente 45 minutos.

3.4. Tratamento dos Dados Biomecânicos e Parâmetros Analisados

Após a captura e processamento dos dados cinéticos e cinemáticos, através do *software* de aquisição *Qualisys Track Manager 2.11* (Qualisys AB, Suécia), estes foram transferidos para o *software* *Visual 3D* (C-Motion, Inc., Maryland, EUA). No *Visual 3D* foi realizada a construção do modelo biomecânico dos segmentos corporais com base na posição dos marcadores anatómicos. Posteriormente, foram analisadas as características do movimento em estudo, tendo em conta, nomeadamente, os parâmetros temporais, dinamométricos e cinemáticos.

Consideraram-se, também, sete momentos chave que se constituem como referências para esta análise biomecânica da estirada aérea. A saber:

Momento 1 (M1) - Oscilação da FRS do GR (transferência de peso), após o estímulo visual;

Momento 2 (M2) - Pico da FRS no membro inferior (MI) contra-lateral;

Momento 3 (M3) - Instante em que se dá a ausência de FRS no MI contra-lateral;

Momento 4 (M4) - Pico da FRS no MI ipsilateral do GR;

Momento 5 (M5) - Instante em que se deixa de verificar FRS;

Momento 6 (M6) - Instante em que se verifica a altura máxima da pélvis do GR;

Momento 7 (M7) - Instante em que se dá o contacto da mão do GR com a bola.

De salientar que o MI ipsilateral corresponde ao membro mais próximo da bola e o MI contra-lateral ao membro mais distante da bola.

Através da Figura 3 podemos verificar o comportamento da FRS de ambos os MIs de GR, durante a fase a propulsiva da estirada aérea e a Figura 4 mostra imagens do GR na sua posição básica, em estado de prontidão, a aguardar o estímulo visual e a realizar a estirada aérea utilizando a TMI e a TMS.

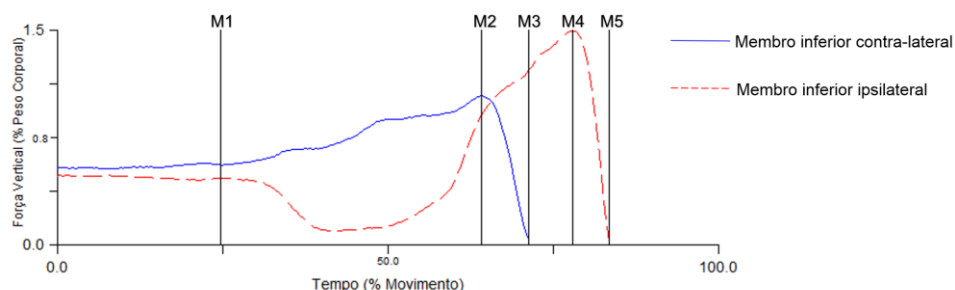


Figura 3 - Representação gráfica dos 5 momentos da fase propulsiva da estirada aérea.



Figura 4 - Ilustração do GR em estado de prontidão e a executar a estirada aérea com utilização da TMI e da TMS.

A partir da identificação dos sete momentos chave, e de acordo com os objetivos do presente estudo, analisaram-se parâmetros temporais, dinamométricos e cinemáticos, realizando-se comparações entre:

- i) TMI e TMS (no grupo geral e segundo o nível competitivo dos GRs);
- ii) LP e LNP (no grupo geral e segundo o nível competitivo dos GRs);
- iii) GRs da I LPPF e GRs da II LPPF.

3.4.1. Parâmetros Temporais

Os parâmetros temporais alvo de análise foram os seguintes:

- i) Tempo total da estirada aérea (TTEA) - entre o M1 e o M7;
- ii) Tempo total da fase propulsiva (TTFP) - entre o M1 e o M5;
- iii) Tempo total da fase de voo (TTFV) - entre o M5 e M7.

De referir que o M1 foi identificado como o instante em que se verificou a transição de forças entre MIs, que sucedia ao estado de prontidão do GR, quando este se encontrava na sua posição básica a aguardar pelo estímulo visual. A fim de se definir um critério objetivo para considerar este momento, foi computada a diferença da FRS entre o MI direito e o MI esquerdo e o seu valor médio calculado para os primeiros 10 *frames* (0.05s). Posteriormente, este valor foi subtraído ao sinal de diferenças da média da FRS para que quando o GR se encontrasse na sua posição básica estacionária apresentasse o valor zero na FRS. Seguidamente, retificou-se esse sinal, calculando-se o valor absoluto do mesmo, pelo que os valores negativos passaram a positivos. Foi novamente calculado o valor médio do sinal retificado no mesmo período e foi definido M1 como o instante em que o sinal aumentou 10% relativamente à diferença das FRS entre MI direito e MI esquerdo, evidenciando assim a transferência de peso.

Por seu lado, o M7 foi considerado no instante em que se verificou a alteração da posição do centro de massa da bola estacionária, após o contacto da mão do GR com a mesma.

3.4.2. Parâmetros Dinamométricos

Através das plataformas de força utilizadas foi possível observar a componente vertical da FRS na superfície de contacto durante a fase propulsiva do movimento em estudo. Esta foi apresentada tendo em conta dois momentos críticos considerados relevantes de analisar, nomeadamente:

i) Pico da componente vertical da FRS exercida pelo GR no MI contra-lateral, relativo à direção da estirada aérea (FRS_M2), tanto em termos absolutos, como também relativizada tendo em conta o peso dos GRs, neste caso apresentando valores percentuais da FRS (P_FRS_M2);

ii) Pico da componente vertical da FRS exercida pelo GR no MI referente ao lado da direção da estirada aérea (FRS_M4), tanto em termos absolutos, como também relativizada tendo em conta o peso dos GRs, neste caso apresentando valores percentuais da FRS (P_FRS_M4).

3.4.3. Parâmetros Cinemáticos

A análise cinemática incidiu sobre os seguintes parâmetros:

i) A altura máxima da Pélvis (AmaxPel) do GR durante a fase de voo (M6), tanto em termos absolutos, como também relativizada tendo em conta a altura dos GRs (P_AmaxPel).

ii) As velocidades máximas de deslocamento dos GRs, tanto na magnitude (Vmag), como nas componentes: médio-lateral (Vml), ântero-posterior (Vap) e vertical (Vv). De salientar que, devido à oclusão de alguns marcadores refletos, não foi possível construir uma pélvis para todos os participantes. Como tal, com o propósito de se manter o rigor metodológico em todo o processo e a fim de se verificarem as velocidades máximas de deslocamento dos GRs, foi calculado o ponto médio entre os marcadores posteriores da pélvis (RPSIS e LPSIS), gerando-se um marcador virtual que permitiu obter o sinal relativo ao seu deslocamento.

iii) A rotação do tronco dos GRs. Os dados analisados representam o ângulo de rotação dos ombros em relação à pélvis. Para tal, utilizaram-se os

marcadores dos ombros (RAC e LAC) e os marcadores posteriores da pélvis (RPSIS e LPSIS). Devido à oclusão de alguns marcadores refletor, não foi possível analisar cinematicamente a rotação do tronco em várias estiradas aéreas.

3.5. Procedimentos Estatísticos

Os dados recolhidos através do *Visual 3D* foram organizados no *software Microsoft Office Excel 2013*. Posteriormente, foram transportados para o *software SPSS (versão 24)* no sentido de se tratarem com base nas estatísticas descritivas e de se aplicarem os testes estatísticos adequados às várias comparações a realizar. Uma vez que a amostra do estudo é de tamanho reduzido e, por outro lado, não se tendo verificado uma normalidade na distribuição de determinadas variáveis, optamos por analisar os dados através de testes não paramétricos.

Deste modo, para averiguar diferenças estatisticamente significativas, para as comparações entre GRs da I LPPF e da II LPPF, foi utilizado o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Whitney. Por seu lado, tanto na comparação da TMI com a TMS, bem como entre estiradas aéreas para LP e LNP recorreu-se ao teste estatístico não paramétrico de Wilcoxon. Para todos os testes, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

Ainda, no sentido de se verificar a magnitude do efeito nas diferenças entre as médias obtidas nas várias comparações realizadas, efetuou-se o teste estatístico de Cohen, que nos permitiu verificar qual a magnitude do efeito de tais diferenças. Considerou-se a seguinte escala na avaliação da magnitude do efeito: reduzida (0.0-0.2); baixa (0.2-0.5); moderada (0.5-0.8) e elevada (>0.8).

Capítulo 4 - Apresentação e Discussão dos Resultados

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

“Todo o combate do pensamento racional visa um apaziguamento do olhar, uma tentativa de aniquilação do novo (aquilo que ainda não se consegue explicar). O modo quantitativo de pensar aceita surpreender-se, mas logo a seguir exige compreender...”

(Tavares, 2013, p252)

A apresentação dos resultados é dividida por parâmetros temporais, dinamométricos e cinemáticos, realizando-se análises comparativas entre: i) a TMI e a TMS (no grupo geral e segundo o nível competitivo dos GRs); ii) o LP e o LNP (no grupo geral e segundo o nível competitivo dos GRs) e iii) entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF.

Relembra-se que se consideraram sete momentos chave para esta análise Biomecânica. A saber:

M1 - Oscilação da FRS do GR (transferência de peso), após o estímulo visual;

M2 - Pico da FRS no membro inferior (MI) contra-lateral;

M3 - Instante em que se dá a ausência de FRS no MI contra-lateral;

M4 - Pico da FRS no MI ipsilateral do GR;

M5 - Instante em que se deixa de verificar FRS;

M6 - Instante em que se verifica a altura máxima da pélvis do GR;

M7 - Instante em que se dá o contacto da mão do GR com a bola.

Recorda-se, também, que o MI ipsilateral corresponde ao membro mais próximo da bola e, por sua vez, o MI contra-lateral corresponde ao membro que se encontra mais distante.

À medida que os resultados são apresentados, os mesmos são interpretados de forma concisa e objetiva, confrontando-os, sempre que se justifique, com resultados obtidos noutros estudos. Na parte final deste capítulo, surge uma discussão geral que visa, essencialmente, refletir sobre os dados obtidos, não só relacionando-os entre si, como, também, tendo em consideração indicadores provenientes de outros estudos.

4.1. Parâmetros Temporais

Uma vez que neste estudo se recorreu à utilização de bolas estacionárias, o que permitiu aos GRs cumprirem a mesma distância espacial no deslocamento para a bola, e, também, com o auxílio das plataformas de força, que permitiu identificar os momentos da fase propulsiva do movimento, foi possível averiguar com rigor o tempo total despendido na estirada aérea (TTEA), o tempo total da fase propulsiva (TTFP) e o tempo total da fase de voo (TTFV).

A estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) relativa às variáveis TTEA (entre M1 e M7), TTFP (entre M1 e M5) e TTFV (entre M5 e M7), bem como as comparações entre a TMI e a TMS e entre LP e LNP podem ser observadas no Quadro 9. Já no Quadro 10 pode ser visualizada a análise comparativa entre GRs da I LPPF e GRs da II LPPF

Quadro 9 - Estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente ao tempo total da estirada aérea (TTEA), tempo total da fase propulsiva (TTFP) e tempo total da fase de voo (TTFV).

| | Análise Descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) | | | | Análise Comparativa (p) | | | |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|--------|-----------|-------|
| | TMI (s) | | TMS (s) | | TMI vs TMS | | LP vs LNP | |
| | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | TMI | TMS |
| <i>Tempo total da estirada aérea (TTEA)</i> | | | | | | | | |
| Geral | 1.05±0.14 | 1.09±0.11 | 1.06±0.10 | 1.11±0.11 | 0.859 | 0.374 | 0.209 | 0.054 |
| I LPPF | 1.03±0.12 | 1.03±0.07 | 1.01±0.11 | 1.08±0.15 | 0.500 | 0.345 | 1.000 | 0.112 |
| II LPPF | 1.07±0.16 | 1.14±0.12 | 1.10±0.07 | 1.14±0.07 | 0.463 | 0.713 | 0.093 | 0.249 |
| <i>Tempo total da fase propulsiva (TTFP)</i> | | | | | | | | |
| Geral | 0.88±0.12 | 0.94±0.09 | 0.90±0.08 | 0.94±0.09 | 0.844 | 0.875 | 0.106 | 0.065 |
| I LPPF | 0.87±0.09 | 0.90±0.06 | 0.87±0.09 | 0.93±0.12 | 0.528 | 0.600 | 0.673 | 0.141 |
| II LPPF | 0.89±0.15 | 0.97±0.10 | 0.93±0.06 | 0.95±0.06 | 0.600 | 0.914 | 0.072 | 0.293 |
| <i>Tempo total da fase de voo (TTFV)</i> | | | | | | | | |
| Geral | 0.16±0.03 | 0.15±0.04 | 0.16±0.03 | 0.17±0.04 | 0.301 | 0.014* | 0.036* | 0.156 |
| I LPPF | 0.15±0.04 | 0.13±0.04 | 0.14±0.04 | 0.15±0.05 | 0.078 | 0.026* | 0.042* | 0.202 |
| II LPPF | 0.18±0.03 | 0.18±0.03 | 0.18±0.02 | 0.19±0.02 | 0.480 | 0.194 | 0.705 | 0.480 |

Geral (N=12); I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Quadro 10 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente ao tempo total da estirada aérea (TTEA), tempo total da fase propulsiva (TTFP) e tempo total da fase de voo (TTFV).

| I LPPF vs II LPPF: Análise Comparativa (<i>p</i>) | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| TTEA | | | | TTFP | | | | TTFV | | | |
| TMI | | TMS | | TMI | | TMS | | TMI | | TMS | |
| LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP |
| 0.631 | 0.078 | 0.109 | 0.296 | 0.936 | 0.258 | 0.373 | 0.521 | 0.193 | 0.053 | 0.072 | 0.147 |

I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). TMI= técnica com a mão inferior; TMS= técnica com a mão superior; LP= Lado preferido; LNP= Lado não preferido; LD= Lado direito.

4.1.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS

No TTFV verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre TMI e TMS nas estiradas para o LNP, tanto no grupo geral de GRs ($p=0.014$), como no grupo de GRs da I LPPF ($p=0.026$). Estes GRs executaram a fase de voo em menos tempo quando se estiraram utilizando a TMI para o seu LNP, no entanto observa-se que a magnitude do efeito destas diferenças foi baixa, tanto no grupo geral (0.24) como no grupo de GRs da I LPPF (0.22).

Através dos resultados demonstrados na estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$), de salientar que, no geral, os GRs apresentam maior eficácia, em termos temporais, quando utilizam a TMI, pois foi visível que estes: i) necessitaram de menos tempo para realizar a totalidade do movimento quando utilizaram a TMI, tanto para o LP como para o LNP (TMI_LP= 1.05 ± 0.14 vs TMS_LP= 1.06 ± 0.10 e TMI_LNP= 1.09 ± 0.11 vs TMS_LNP= 1.11 ± 0.11) e ii) foram mais rápidos a exercer propulsão sobre o relvado quando utilizaram a TMI para o LD (LP) (TMI_LP= 0.88 ± 0.12 vs TMS_LP= 0.90 ± 0.08).

4.1.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP

No TTFV verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o LP e o LNP nas estiradas aéreas com a TMI, tanto no grupo geral ($p=0.036$) de GRs, como no grupo de GRs da I LPPF ($p=0.042$). Estes GRs executaram a fase de voo em menos tempo quando realizaram o movimento para o seu LNP, no

entanto observa-se que a magnitude do efeito destas diferenças foi reduzida no grupo geral (0.14) e baixa no grupo de GRs da I LPPF (0.24).

Atendendo à análise descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e comparativa, considerando o grupo geral, sublinhe-se que os GRs: i) realizaram o movimento total de estirada aérea em menos tempo quando se estiraram para o LP (TMI_LP= 1.05 ± 0.14 vs TMI_LNP= 1.09 ± 0.11 e TMS_LP= 1.06 ± 0.10 vs TMS_LNP= 1.11 ± 0.11); ii) foram mais rápidos a exercer força propulsiva sobre o relvado quando se estiraram para o LP (TMI_LP= 0.88 ± 0.12 vs TMI_LNP= 0.94 ± 0.09 e TMS_LP= 0.90 ± 0.08 vs TMS_LNP= 0.94 ± 0.09) e iii) efetuaram a fase de voo em menos tempo quando se estiraram para o LP quando utilizaram a TMS (TMS_LP= 0.16 ± 0.03 vs TMS_LNP= 0.17 ± 0.04). Porém, de assinalar que se registou menor tempo na fase voo para o LNP, quando utilizaram a TMI (TMI_LP= 0.16 ± 0.03 vs TMI_LNP= 0.15 ± 0.04).

4.1.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF

Quando se traçou um quadro comparativo entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF, atendendo aos resultados da estatística comparativa, verificou-se uma maior eficácia nos GRs da I LPPF, nas três variáveis temporais estudadas e em todas as estiradas realizadas, todavia não se constataram diferenças estatisticamente significativas em nenhuma delas.

Em concordância com os presentes resultados, importa salientar que na primeira investigação Biomecânica encontrada relativa à estirada aérea do GR, realizada por Suzuki e colaboradores (1998), onde se compararam GRs elite com GRs não elite, também estes autores verificaram que os GRs elite apresentaram maior eficácia na estirada aérea, nomeadamente pelo facto de realizarem o movimento de forma mais rápida e mais direta para a bola.

4.2. Parâmetros Dinamométricos

Dos sete momentos definidos nesta análise da estirada aérea, constata-se que a fase propulsiva ocorre entre o M1 e o M5, ou seja, entre a oscilação da FRS do GR, após o estímulo visual, e o momento em que deixa de se verificar a FRS. Dentro destes cinco momentos, optou-se por averiguar a magnitude máxima da componente vertical da FRS verificada tanto no MI contra-lateral (M2), como no MI ipsilateral (M4). Assim, no Quadro 11 pode observar-se a análise descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) da componente vertical da FRS nestes dois momentos, bem como a análise comparativa entre a TMI e a TMS e entre o LP e o LNP. No Quadro 12, perante as mesmas variáveis, pode observar-se a análise comparativa entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF.

Quadro 11 - Estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente à componente vertical da *força* de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) e no momento 4 (M4) da estirada aérea, tanto em termos absolutos (N) como em termos relativos, tendo em conta o peso corporal dos GRs (%PC).

| | Análise Descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) | | | | Análise Comparativa (p) | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|--------|-----------|-------|
| | TMI | | TMS | | TMI vs TMS | | LP vs LNP | |
| | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | TMI | TMS |
| <i>FRS no M2 da estirada aérea (FRS_M2)</i> | | | | | | | | |
| | N | N | N | N | | | | |
| Geral | 1039±269 | 1047±337 | 990±276 | 1002±265 | 0.060 | 0.084 | 0.814 | 0.388 |
| I LPPF | 1232±204 | 1300±294 | 1194±230 | 1208±211 | 0.249 | 0.046* | 0.345 | 0.463 |
| II LPPF | 846±169 | 795±103 | 787±122 | 795±90 | 0.116 | 0.917 | 0.075 | 0.600 |
| <i>Percentagem da FRS, relativamente ao peso do GR, no M2 da estirada aérea (P_FRS_M2)</i> | | | | | | | | |
| | %PC | %PC | %PC | %PC | | | | |
| Geral | 129±27 | 129±33 | 123±28 | 124±25 | 0.054 | 0,091 | 0.919 | 0.397 |
| I LPPF | 147±14 | 155±24 | 143±19 | 144±15 | 0.207 | 0.046* | 0.345 | 0.462 |
| II LPPF | 110±24 | 104±15 | 103±17 | 104±14 | 0.115 | 0.833 | 0.068 | 0.588 |
| <i>FRS no M4 da estirada aérea (FRS_M4)</i> | | | | | | | | |
| | N | N | N | N | | | | |
| Geral | 1255±266 | 1358±198 | 1270±236 | 1298±216 | 0.937 | 0.028* | 0.019* | 0.583 |
| I LPPF | 1120±159 | 1246±149 | 1163±171 | 1144±157 | 0.600 | 0.046* | 0.046* | 0.753 |
| II LPPF | 1390±293 | 1469±185 | 1377±256 | 1451±146 | 0.600 | 0.463 | 0.173 | 0.345 |
| <i>Percentagem da FRS, relativamente ao peso do GR, no M4 da estirada aérea (P_FRS_M4)</i> | | | | | | | | |
| | %PC | %PC | %PC | %PC | | | | |
| Geral | 159±40 | 171±30 | 160±35 | 164±33 | 0.894 | 0.034* | 0.021* | 0.695 |
| I LPPF | 136±30 | 151±26 | 141±27 | 139±25 | 0.833 | 0.044* | 0.046* | 0.600 |
| II LPPF | 181±37 | 191±20 | 179±33 | 189±15 | 0.686 | 0.600 | 0.173 | 0.345 |

Geral (N=12); I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Quadro 12 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à componente vertical da força de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) e no momento 4 (M4) da estirada aérea, tanto em termos absolutos (FRS) como em termos relativos, tendo em conta o peso corporal dos GRs (P_{FRS}).

| I LPPF vs II LPPF: Análise Comparativa (p) | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|
| FRS_M2 | | | | P_FRS_M2 | | | | FRS_M4 | | | | P_FRS_M4 | | | |
| TMI | | TMS | | TMI | | TMS | | TMI | | TMS | | TMI | | TMS | |
| LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP |
| 0.010* | 0.016* | 0.010* | 0.010* | 0.025* | 0.010* | 0.008* | 0.006* | 0.109 | 0.055 | 0.078 | 0.010* | 0.109 | 0.025* | 0.065 | 0.006* |

I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). TMI= técnica com a mão inferior; TMS= técnica com a mão superior; LP= Lado preferido; LNP= lado não preferido; LD= Lado direito. *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Na Figura 5 encontra-se representado um exemplo relativo ao comportamento da FRS de ambos os MIs do GR, durante a fase propulsiva, onde são evidenciados o M2 e o M4.

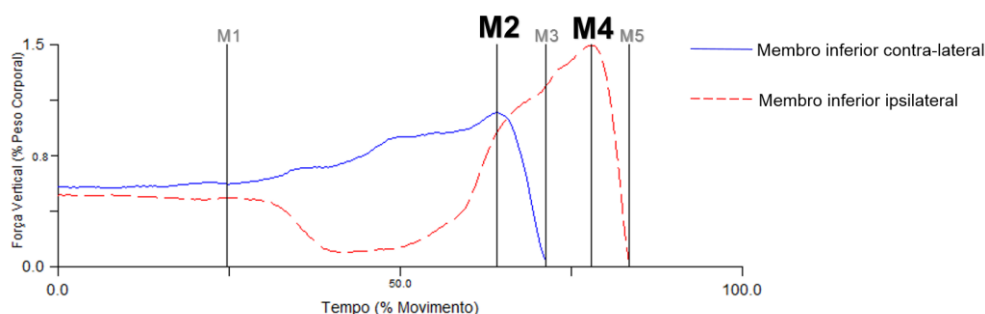


Figura 5 - Representação gráfica das curvas da componente vertical da força de reação do solo (FRS), relativas aos membros inferiores contra-lateral e ipsilateral, durante a fase propulsiva da estirada aérea.

A partir da Figura 5, torna-se possível verificar que o MI contra-lateral é o primeiro membro a aumentar a força exercida sobre o solo enquanto o membro ipsilateral a diminui. Este aumento de força do lado contra-lateral verifica-se para provocar o desequilíbrio do corpo para o lado ipsilateral, já que só quando a posição lateral do centro de massa está entre o pé ipsilateral e a bola é que o membro ipsilateral pode aumentar a força para continuar o movimento em direção à bola. Esta aparente relação inversa ocorre, essencialmente, entre o M1 e o M2, sendo que entre o M2 e o M3 se assinala uma transição acentuada da FRS do MI contra-lateral para o MI ipsilateral, acabando por deixar de se registar FRS no MI contra-lateral numa altura em que a FRS do MI ipsilateral aumenta até ao seu ponto máximo. Verifica-se, também, que o MI ipsilateral é o último membro a exercer ação propulsiva sobre o relvado.

Estes indicadores são corroborados pelas investigações realizadas por Hervéou e colaboradores (2015) e Matsukura e colaboradores (2014), uma vez que, nestes estudos, ficou demonstrada a importância de ambos os MIs, também, em diferentes momentos da fase propulsiva da estirada aérea.

4.2.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS

No M2 da fase propulsiva registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre TMI e TMS, tanto em termos absolutos como em termos relativos ($p=0.046$, em ambos os casos), quando os GRs da I LPPF se estiraram para o seu LNP. Estes GRs exerceram a componente vertical da FRS mais elevada no M2 quando utilizaram a TMI, sendo que a magnitude do efeito nestas diferenças foi reduzida (0.18) em termos absolutos e baixa (0.26) em termos relativos.

Por seu lado, no M4 da fase propulsiva verificaram-se diferenças estatisticamente significativas, tanto em termos absolutos como em termos relativos, quando o grupo geral e o grupo da I LPPF realizaram a estirada aérea para o LNP, constatando-se que os GRs exercem componente vertical da FRS superior quando utilizam a TMI. Estas diferenças no grupo geral ($p=0.028$) apresentaram uma magnitude reduzida (0.14) e nos GRs da I LPPF ($p=0.046$) apresentaram uma magnitude baixa (0.32). Em termos relativos, as diferenças verificadas no grupo geral ($p=0.034$) apresentaram uma magnitude do efeito reduzida (0.11) e as diferenças verificadas nos GRs da I LPPF ($p=0.044$) demonstraram uma magnitude do efeito baixa (0.23).

A partir destes dados apercebemo-nos que os GRs exercem magnitude da componente vertical da FRS superior com a TMI, comparativamente com a TMS, tanto no MI contra-lateral, em M2, como no MI lateral, em M4.

4.2.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP

No M4 da estirada aérea verificou-se que a magnitude da componente vertical da FRS nos GRs do grupo geral e nos GRs da I LPPF foi superior para o LNP quando estes GRs realizaram a estirada aérea com a TMI, registando-se diferenças estatisticamente significativas em termos absolutos e relativos. Tendo em conta os valores absolutos, salienta-se as diferenças estatisticamente significativas no grupo geral ($p=0.019$) e nos GRs da I LPPF ($p=0.046$), em que os resultados encontrados apresentaram magnitudes do efeito baixas (0.21 e 0.38, respetivamente). Em termos relativos, verificamos no grupo geral ($p=0.021$) uma magnitude do efeito reduzida (0.17) e nos GRs da I LPPF ($p=0.046$) uma magnitude do efeito baixa (0.26).

No M2, apesar de não se registarem diferenças estatisticamente significativas, assinala-se que os GRs exercem magnitude da componente vertical da FRS superior quando se estiram para o seu LNP.

Estes resultados induzem que os GRs exercem mais forças no solo quando se estiram para o seu LNP o que, se atendermos aos indicadores fornecidos pelos parâmetros temporais, conferem maior eficácia à estirada aérea realizada para o LP, levando-nos a inferir que a FRS exercida pelos GRs não é eficiente quando se estiram para o seu LNP.

4.2.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF

No M2 observou-se que, tanto em termos absolutos como em termos relativos, os GRs da I LPPF exerceram uma magnitude da componente vertical da FRS superior aos da II LPPF, registando-se diferenças estatisticamente significativas em todas as estiradas aéreas. Em termos absolutos a magnitude das diferenças foi sempre moderada, ou seja: $TMI_{LP} = 0.72$ ($p=0.010$); $TMI_{LNP} = 0.75$ ($p=0.016$); $TMS_{LP} = 0.74$ ($p=0.010$) e $TMS_{LNP} = 0.79$ ($p=0.010$). Em termos relativos, de registar a magnitude elevada (0.81) verificada quando os GRs realizaram a estirada com a TMS para o seu LNP ($p=0.006$),

sendo que as restantes apresentaram magnitudes moderadas, ou seja: TMI_LP= 0.68 ($p=0.025$), TMI_LNP= 0.79 ($p=0.010$) e TMS_LP= 0.74 ($p=0.008$).

No M4 verifica-se que os GRs da II LPPF apresentaram magnitude superior na componente vertical da FRS, registando-se em termos absolutos diferenças estatisticamente significativas quando os GRs utilizaram a TMS para o seu LNP ($p=0.010$), com uma magnitude do efeito moderada (0.71). Em termos relativos podem observar-se diferenças estatisticamente significativas, que conferem uma componente vertical da FRS superior aos GRs da II LPPF, quando os GRs se estiraram com a TMI ($p=0.025$) e com a TMS ($p=0.006$) para o seu LNP. A magnitude do efeito nestas diferenças foi moderada (0.65 na TMI_LNP e 0.77 na TMS_LNP).

Através destes dados, percebe-se que os GRs da I LPPF exercem magnitude superior na componente vertical da FRS no M2 e que os GRs da II LPPF apresentam valor superior no M4. Este facto possibilitou identificar dois distintos padrões propulsivos que, como podemos observar através do Quadro 13, mostra-nos que os GRs da I LPPF, na sua maioria, apresentam o pico máximo da componente vertical da FRS no MI contra-lateral, em M2, e os GRs da II LPPF no MI lateral, em M4.

Quadro 13 - Número de GRs que apresentaram magnitude superior da componente vertical da força de reação do solo (FRS) no momento 2 (M2) ou no momento 4 (M4), durante a fase propulsiva da estirada aérea.

| GRs | Magnitude superior da FRS em M2 | | | | Magnitude superior da FRS em M4 | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| | TMI_LP | TMI_LNP | TMS_LP | TMS_LNP | TMI_LP | TMI_LNP | TMS_LP | TMS_LNP |
| I LPPF (N=6) | 5 | 4 | 5 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| II LPPF (N=6) | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Geral (N=12) | 5 | 4 | 5 | 4 | 7 | 8 | 7 | 8 |

TMI_LP= técnica com mão inferior realizada para o lado preferido; TMI_LNP= técnica com mão inferior realizada para o lado não preferido; TMS_LP= técnica com a mão superior realizada para o lado preferido; TMS_LNP= técnica com a mão superior realizada para o lado não preferido; I LPPF= GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol; II LPPF= GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol.

4.2.4. Dois Distintos Padrões Propulsivos

Como verificado anteriormente, o presente estudo revelou dois padrões propulsivos que se distinguem pela ocorrência de magnitude máximas na componente vertical da FRS em diferentes momentos, ou seja: nuns casos o pico máximo ocorre em M2, no MI contra-lateral (exemplo observado na Figura 6) e noutros verifica-se em M4, no MI ipsilateral (exemplo observado na Figura 7).

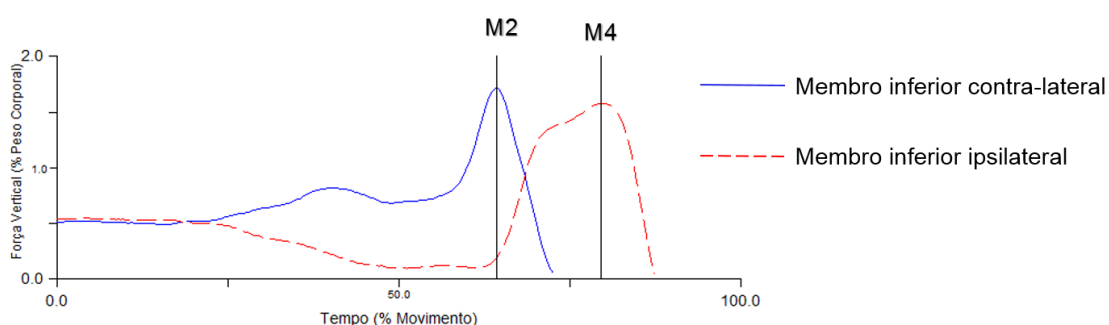


Figura 6 - Representação gráfica de um GR que apresenta magnitude da componente vertical da força de reação do solo (FRS) superior no membro contra-lateral, na fase propulsiva da estirada aérea (M2).

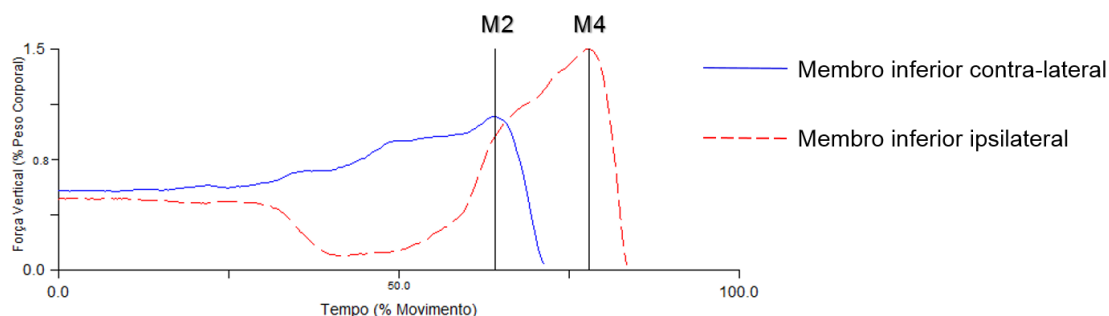


Figura 7 - Representação gráfica de um GR que apresenta magnitude da componente vertical da força de reação do solo (FRS) superior no membro ipsilateral durante a fase propulsiva da estirada aérea (M4).

Relembra-se que os GRs executaram a estirada aérea sem a possibilidade de realizar o passo de balanço durante a fase propulsiva, o que, com a ajuda das imagens gráficas das Figuras 6 e 7, leva-nos a supor que, durante a fase propulsiva, os GRs procuram garantir maior impulso, uma vez que o comportamento das curvas da FRS, que reduzem e aumentam repentinamente, indiciam a ocorrência de um ciclo de alongamento e encurtamento muscular o

que, certamente, irá gerar maior energia cinética, proporcionando aos GRs uma maior produção de força explosiva.

No caso exposto na Figura 6, verifica-se que o decréscimo e aumento acentuado da componente vertical da FRS ocorre em ambos os MIs, porém em diferentes momentos. Já o gráfico da Figura 7 demonstra que esta situação apenas ocorre no MI ipsilateral.

A investigação desenvolvida por Matsukura e colaboradores (2014) corrobora o padrão propulsivo representado na Figura 7, uma vez que nela foi possível verificar que o MI ipsilateral foi o membro que exerceu FRS mais elevada, num momento que aparenta corresponder ao M4 do nosso estudo.

De destacar, ainda, que os resultados obtidos por Matsukura e colaboradores (2014) sugerem que, durante a fase propulsiva, o MI contra-lateral controla a magnitude da FRS e o MI ipsilateral controla tanto a magnitude como a direção da FRS.

4.3. Parâmetros Cinemáticos

4.3.1. Altura Máxima da Pélvis na Fase de Voo

No Quadro 14 observa-se a estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e a análise comparativa, entre a TMI e a TMS, bem como entre o LP e o LNP, relativa à altura máxima da pélvis dos GRs durante a fase de voo. Os dados são apresentados em termos absolutos (m) e em termos relativos (%), neste caso atendendo à altura dos GRs. No Quadro 15 são apresentadas as comparações entre GRs da I LPPF e GRs da II LPPF, relativamente às mesmas variáveis.

Quadro 14 - Estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente à altura máxima da pélvis (AmaxPel) na fase de voo, tanto em termos absolutos (m), como em termos relativos, tendo em conta a altura dos GRs (%altura).

| | Análise Descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) | | | | Análise Comparativa (p) | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-------|-----------|-------|
| | TMI | | TMS | | TMI vs TMS | | LP vs LNP | |
| | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | TMI | TMS |
| <i>Altura máxima da pélvis (AmaxPel)</i> | | | | | | | | |
| | m | m | m | m | | | | |
| Geral | 1.09±0.06 | 1.11±0.06 | 1.06±0.08 | 1.08±0.07 | 0.059 | 0.159 | 0.753 | 0.195 |
| I LPPF | 1.13±0.06 | 1.13±0.07 | 1.08±0.11 | 1.09±0.10 | 0.058 | 0.141 | 0.751 | 0.528 |
| II LPPF | 1.05±0.04 | 1.08±0.05 | 1.04±0.05 | 1.07±0.03 | 0.400 | 0.854 | 0.462 | 0.248 |
| <i>Percentagem da altura máxima da pélvis relativamente à altura do GR (P_AmaxPel)</i> | | | | | | | | |
| | %altura | %altura | %altura | %altura | | | | |
| Geral | 58.9±2.9 | 59.8±3.3 | 57.2±4.5 | 58.3±3.8 | 0.077 | 0.195 | 0.556 | 0.182 |
| I LPPF | 60±3.2 | 60.1±3.6 | 57±5.6 | 57.8±5.5 | 0.075 | 0.115 | 0.917 | 0.463 |
| II LPPF | 57.9±2.4 | 59.5±3.4 | 57.3±3.6 | 58.8±1.1 | 0.458 | 0.833 | 0.463 | 0.249 |

Geral (N=12); I LPPF (N=6); II LPPF (N=6).

Quadro 15 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à altura máxima da pélvis na fase de voo, tanto em termos absolutos (AmaxPel), como em termos relativos, tendo em conta a altura dos GRs (P_AmaxPel).

| I LPPF vs II LPPF: Análise Comparativa (p) | | | | | | | |
|------------------------------------------------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| AmaxPel | | | | P_AmaxPel | | | |
| TMI | | TMS | | TMI | | TMS | |
| LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP |
| 0.016* | 0.199 | 0.423 | 0.167 | 0.200 | 0.631 | 0.749 | 0.631 |

I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). TMI= técnica com a mão inferior; TMS= técnica com a mão superior; LP= Lado preferido; LNP= lado não preferido; LD= Lado direito. *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Como se pode aferir, através do Quadro 14, não se registaram diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre a TMI e a TMS, e entre o LP e o LNP.

Na análise comparativa entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF, importa assinalar as diferenças estatisticamente significativas encontradas na estirada aérea com a TMI para o LP ($p=0.016$), verificando-se que os GRs da I LPPF apresentaram uma AmaxPel superior aos GRs da II LPPF. A magnitude do efeito desta diferença foi moderada (0.62). No entanto, quando a análise foi relativizada à altura dos GRs ($P_AmaxPel$) deixaram de ocorrer diferenças estatisticamente significativas.

Na investigação desenvolvida por Sprattford e colaboradores (2009) verificou-se que, durante a fase de voo, os GRs atingiram uma altura do centro de massa significativamente superior quando se estiraram para o seu LNP. Os registos ($\bar{X} \pm Dp$) de altura do centro de massa foram de $1.09 \pm 0.09m$ para o LNP e de $1.04 \pm 0.11m$ para o LP. De salientar que neste estudo os GRs realizaram a estirada aérea com passo de balanço prévio, ao contrário do nosso estudo, e, no caso analisado, as bolas estacionárias encontravam-se a uma altura de 1.50m e a uma distância lateral de 2.78m.

Na presente investigação, tendo em conta o grupo geral, não se encontram diferenças estatisticamente significativas, todavia, atendendo aos valores da estatística descritiva, constata-se que os GRs atingiram maior altura da pélvis, também, quando se estiraram para o seu LNP. No entanto, não se verificaram diferenças acentuadas, uma vez que, comparando a estirada com a TMI, os valores ($\bar{X} \pm Dp$) foram: de $1.11 \pm 0.06m$ para o LNP e de $1.09 \pm 0.06m$ para o LP; comparando a estirada com a TMS, os valores ($\bar{X} \pm Dp$) foram: $1.08 \pm 0.07m$ para o LNP e $1.06 \pm 0.08m$ para o LP.

Através da Figura 8 podemos verificar um exemplo do comportamento da altura da pélvis durante a estirada aérea, onde se destaca o M6 como o momento em que se verifica a sua altura máxima.

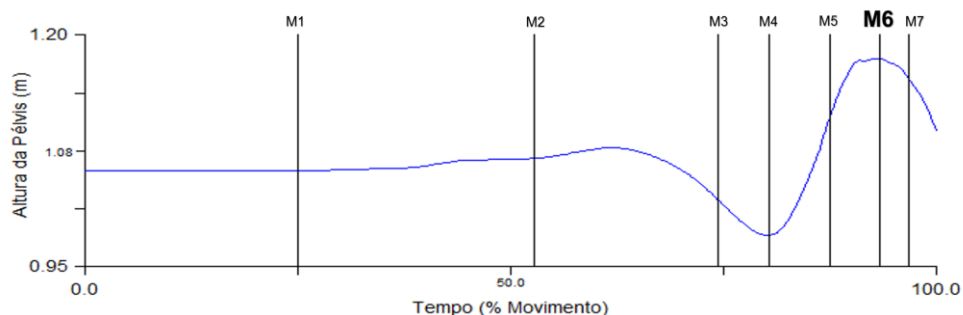


Figura 8 - Representação gráfica da altura da pélvis de um GR durante a estirada aérea.

De assinalar que a altura da pélvis decresce momentos antes de se verificar a ausência de FRS no MI contra-lateral (M3) para de seguida, num instante coincidente com o pico máximo da FRS no MI lateral (M4), se elevar rapidamente, até atingir o seu ponto máximo em M6. Esta diminuição da altura da pélvis, durante a fase propulsiva, pode estar relacionada com a intenção do GR acumular energia potencial no sistema musculotendinoso, durante a fase propulsiva, no sentido de desenvolver maior quantidade de energia cinética, na fase subsequente do movimento.

4.3.2. Velocidades Máximas de Deslocamento

No Quadro 16 apresenta-se a estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e a análise comparativa entre a TMI e a TMS e entre o LP e o LNP, no que diz respeito às velocidades de deslocamento atingidas pelos GRs durante a estirada aérea, nomeadamente: na magnitude máxima (V_{mag}), na velocidade máxima médio-lateral (V_{ml}), na velocidade máxima ântero-posterior (V_{ap}) e na velocidade máxima vertical (V_v). Atendendo às mesmas variáveis, no Quadro 17 pode observar-se a análise comparativa entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF.

Quadro 16 - Estatística descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) e análise comparativa entre a técnica com a mão inferior (TMI) e a técnica com a mão superior (TMS) e entre o lado preferido (LP)/lado direito (LD) e o lado não preferido (LNP) do GR, relativamente à magnitude máxima da velocidade de deslocamento (V_{mag}), ao máximo de velocidade médio-lateral (V_{ml}), ao máximo de velocidade ântero-posterior (V_{ap}) e ao máximo de velocidade vertical (V_v), na estirada aérea.

| | Análise Descritiva ($\bar{X} \pm Dp$) | | | | Análise Comparativa (p) | | | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-------|-----------|--------|
| | TMI (m/s) | | TMS (m/s) | | TMI vs TMS | | LP vs LNP | |
| | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | TMI | TMS |
| <i>Máximo de magnitude da velocidade (V_{mag})</i> | | | | | | | | |
| Geral | 3.83±0.39 | 3.71±0.36 | 3.75±0.31 | 3.69±0.31 | 0.099 | 0.722 | 0.091 | 0.308 |
| I LPPF | 4.01±0.41 | 3.87±0.31 | 3.93±0.27 | 3.75±0.31 | 0.462 | 0.116 | 0.46* | 0.027* |
| II LPPF | 3.65±0.31 | 3.55±0.34 | 3.56±0.24 | 3.63±0.32 | 0.115 | 0.138 | 0.599 | 0.249 |
| <i>Máximo de velocidade médio-lateral (V_{ml})</i> | | | | | | | | |
| Geral | 3.53±0.42 | 3.35±0.36 | 3.42±0.34 | 3.29±0.33 | 0.084 | 0.224 | 0.010* | 0.065 |
| I LPPF | 3.75±0.42 | 3.51±0.33 | 3.65±0.29 | 3.38±0.34 | 0.345 | 0.116 | 0.028* | 0.028* |
| II LPPF | 3.30±0.30 | 3.18±0.34 | 3.19±0.22 | 3.19±0.31 | 0.116 | 0.833 | 0.249 | 0.917 |
| <i>Máximo de velocidade ântero-posterior (V_{ap})</i> | | | | | | | | |
| Geral | 1.32±0.22 | 1.35±0.22 | 1.35±0.19 | 1.44±0.17 | 0.666 | 0.077 | 0.0814 | 0.084 |
| I LPPF | 1.39±0.19 | 1.49±0.23 | 1.46±0.14 | 1.55±0.16 | 0.463 | 0.833 | 0.345 | 0.345 |
| II LPPF | 1.25±0.24 | 1.20±0.04 | 1.25±0.18 | 1.33±0.10 | 0.917 | 0.28* | 0.600 | 0.249 |
| <i>Máximo de velocidade vertical (V_v)</i> | | | | | | | | |
| Geral | 1.47±0.33 | 1.44±0.19 | 1.36±0.18 | 1.47±0.20 | 0.037* | 0.398 | 0.593 | 0.055 |
| I LPPF | 1.60±0.32 | 1.50±0.23 | 1.41±0.18 | 1.45±0.20 | 0.058 | 0.225 | 0.343 | 0.674 |
| II LPPF | 1.34±0.31 | 1.37±0.12 | 1.30±0.18 | 1.50±0.21 | 0.344 | 0.074 | 0.833 | 0.028* |

Geral (N=12); I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Quadro 17 - Análise comparativa entre GRs da Primeira Liga Portuguesa Profissional de Futebol (I LPPF) e GRs da Segunda Liga Portuguesa Profissional de Futebol (II LPPF), relativamente à magnitude máxima da velocidade de deslocamento (V_{mag}), ao máximo de velocidade médio-lateral (V_{ml}), ao máximo de velocidade ântero-posterior (V_{ap}) e ao máximo de velocidade vertical (V_v), na estirada aérea.

| I LPPF vs II LPPF: Análise Comparativa (p) | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|-------|---------|-------|----------|-------|---------|-------|----------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|
| V_{mag} | | | | V_{ml} | | | | V_{ap} | | | | V_v | | | |
| TMI | | TMS | | TMI | | TMS | | TMI | | TMS | | TMI | | TMS | |
| LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP | LP (LD) | LNP |
| 0.200 | 0.078 | 0.037* | 0.521 | 0.054 | 0.150 | 0.037* | 0.521 | 0.171 | 0.024* | 0.030* | 0.016* | 0.262 | 0.262 | 0.296 | 0.749 |

I LPPF (N=6); II LPPF (N=6). TMI= técnica com a mão inferior; TMS= técnica com a mão superior; LP= Lado preferido; LNP= lado não preferido; LD= Lado direito. *Diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

Através do exemplo demonstrado na Figura 9, podem identificar-se os padrões comportamentais das velocidades na estirada aérea e os momentos onde ocorrem as velocidades máximas do deslocamento na magnitude da velocidade, bem como nas suas componentes: médio-lateral, ântero-posterior e vertical.

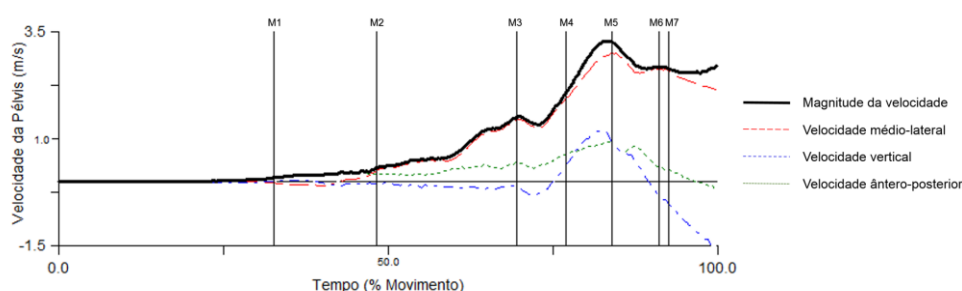


Figura 9 - Representação gráfica da velocidade de deslocamento do GR durante a estirada aérea, na magnitude de velocidade e nas velocidades: médio-lateral, vertical e ântero-posterior.

Na Figura 9, é visível que os valores máximos da V_{mag} e da V_v parecem surgir no mesmo instante, ocorrendo imediatamente antes do pico das FRS no MI lateral (M5). Já os valores máximos da V_{ml} e da V_{ap} aparentam coincidir com o M5, ou seja, com o instante em que se dá a ausência de FRS.

Pode verificar-se que os valores da velocidade médio-lateral se aproximam dos da magnitude da velocidade apresentando consideravelmente valores mais elevados do que os registados na velocidade ântero-posterior e velocidade vertical, que apresentam valores máximos similares mas em distintos momentos.

Identifica-se, também, um padrão idêntico no comportamento das velocidades analisadas à exceção da velocidade ântero-posterior que entre M3 e M5 cresce de forma mais lenta, no entanto atinge o seu pico mais tarde.

Observando o gráfico da Figura 9, e atendendo ao Quadro 16, não ficamos indiferentes aos valores registados na velocidade ântero-posterior pois, à partida, não estaríamos à espera de velocidades tão elevadas nesta componente, uma vez que, recordamos, a bola situava-se 60 cm à frente da linha de baliza, a uma distância lateral de 2.30m e a uma altura do solo de 1.90m, sendo de esperar, portanto, que a velocidade ântero-posterior fosse mínima. Porém, presume-se que este facto pode estar relacionado com uma estratégia técnica dos GRs que visa otimizar a eficácia na estirada aérea e que passa, segundo Mulqueen e Woitalla (2011), pelos GRs realizarem um movimento linear e o mais direto possível para a bola, sendo que tal estratégia implica que os GRs criem hábitos de se estirar, sempre que possível, de forma diagonal para a frente. Deste modo, especulamos que este facto possa estar relacionado com o comportamento inicial crescente da velocidade ântero-posterior que induz que os GRs logo no início da fase propulsiva preparem o corpo de modo a se estirarem de tal forma.

4.3.2.1. Diferenças observadas entre a TMI e a TMS

Analisando a Vap, podem verificar-se diferenças estatisticamente significativas no grupo de GRs da II LPPF, quando estes se estiraram para o seu LNP ($p=0.028$). Neste caso, a Vap foi superior quando estes GRs utilizaram a TMI, observando-se que a magnitude do efeito nesta diferença foi moderada (0.65).

No que diz respeito à Vv, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas quando o grupo geral de GRs realizou o movimento para o seu LP ($p=0.037$), constatando-se que atingiram maior velocidade quando utilizaram a TMI. A magnitude do efeito desta diferença foi baixa (0.2).

Apesar de não se registarem diferenças estatisticamente significativas, para além das mencionadas anteriormente, parece-nos pertinente atender aos valores descritivos ($\bar{X} \pm Dp$) da Vmag, no grupo geral de GRs, demonstrando que os GRs apresentaram velocidades máximas superiores quando se estiraram

utilizando a TMI (TMI_LP= 3.83 ± 0.39 m/s vs TMS_LP= 3.75 ± 0.31 m/s e TMI_LNP 3.71 ± 0.36 m/s vs TMS_LNP 3.69 ± 0.31 m/s).

No estudo levado a cabo por Stendahl e Smith (2015) não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre TMI e TMS na velocidade de deslocamento do centro de massa dos GRs, no entanto estes autores, à semelhança de Smith e Shay (2013), destacaram que os GRs obtêm uma maior trajetória estirando-se com a TMI e que, também, conseguem deslocar-se de forma mais direta para a bola.

4.3.2.2. Diferenças observadas entre o LP e o LNP

Relativamente à Vmag, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas quando os GRs da I LPPF realizaram a estirada com a TMI ($p=0.046$) e com a TMS ($p=0.027$). Neste caso, estes GRs atingiram uma velocidade superior quando se estiraram para o LP, verificando-se uma magnitude do efeito reduzida na estirada aérea com a TMI (0.19) e baixa com a TMS (0.30).

No que diz respeito à Vml, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no grupo geral ($p=0.010$) e no grupo da I LPPF ($p=0.028$), quando estes GRs utilizaram a TMI. Neste caso, observou-se que quando os GRs se estiraram para o LP apresentaram uma velocidade mais elevada que para o LNP. A magnitude do efeito nestas diferenças foi baixa em ambos os grupos (0.22 no geral e 0.30 nos GRs da I LPPF).

Acrescente-se que, também na Vml, os GRs da I LPPF apresentaram uma velocidade máxima de deslocamento estatisticamente superior ($p=0.028$) utilizando a TMS para o LP, registando-se, nesta diferença, uma magnitude do efeito baixa (0.39).

Relativamente à Vv, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o LP e o LNP nos GRs da II LPPF quando estes utilizaram a TMS ($p=0.028$). Neste particular, os GRs apresentaram uma velocidade máxima de deslocamento superior quando realizaram a ação motora para o LP, sendo que a magnitude do efeito desta diferença foi baixa (0.45).

Estes dados permitem reforçar os resultados alcançados por Sprattford e colaboradores (2009) que revelam maior eficácia nos GRs quando estes se estiram para o seu LP. Nesta investigação, destaca-se que a menor eficácia verificada na estirada aérea para o LNP se deve, essencialmente, ao facto do percurso do centro de massa ser mais lento e não tão direto para a bola. Neste estudo, registaram-se velocidades máximas de deslocamento superiores às do nosso estudo ($4.23 \pm 0.45 \text{ m/s}$ para o LP e $4.15 \pm 0.53 \text{ m/s}$ para o LNP). No entanto de assinalar os GRs usufruíram do passo de balanço durante a fase propulsiva e as bolas estacionárias situavam-se em diferentes posições, sendo que os valores de velocidades apresentados correspondem às estiradas realizadas para uma bola situada a uma altura de 1.5m e uma distância lateral de 2.78m.

4.3.2.3. Diferenças observadas entre os GRs da I LPPF e os GRs da II LPPF

Na Vmag, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0.037$), quando os GRs se estiraram utilizando a TMS para o seu LP, neste caso evidenciando que os GRs da I LPPF atingiram uma velocidade máxima mais elevada. A magnitude do efeito da diferença foi moderada (0.59). Na Vml, à semelhança da Vmag, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p=0.037$) quando os GRs se estiraram utilizando a TMS para o seu LP. Aqui, também, os GRs da I LPPF apresentaram uma velocidade máxima de deslocamento superior relativamente aos GRs da II LPPF. A magnitude do efeito desta diferença foi moderada (0.67). Na Vap, verificou-se que os GRs da I LPPF atingiram uma velocidade máxima superior, registando-se diferenças estatisticamente significativas nas estiradas aéreas com a TMI para o LNP ($p=0.024$, magnitude do efeito moderada= 0.66), e também, quando se estiraram utilizando a TMS para o LP ($p=0.030$) e para o LNP ($p=0.016$), apresentando magnitudes do efeito moderadas (0.55 e 0.64, respetivamente).

Estes resultados levam-nos fazer um paralelismo, mais uma vez, com a investigação biomecânica levada a cabo por Suzuki e colaboradores (1998), que demonstrou que os GRs de elite se estiraram com maior velocidade de deslocamento para a bola, comparativamente com os GRs não elite.

4.3.3. Rotação do tronco

Como mencionado anteriormente, a rotação dos ombros em relação à pélvis consistiu no cálculo do ângulo de rotação destes dois sistemas, um em relação ao outro.

De salientar que, devido à oclusão de alguns marcadores refletivos em determinadas estiradas aéreas, apresentam-se os valores cinemáticos possíveis, provenientes do conjunto total das estiradas aéreas que permitiram identificar durante a totalidade do movimento tanto os marcadores da pélvis como os marcadores dos ombros.

A representação gráfica do ângulo de rotação do tronco pode ser observada através das Figuras 10 e 11, tanto na estirada aérea realizada para o lado direito como na estirada aérea realizada para o lado esquerdo.

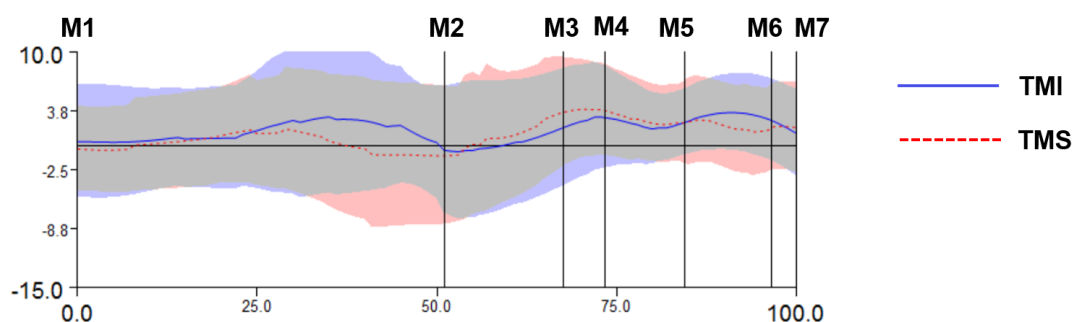


Figura 10 - Representação gráfica da rotação do tronco do GR durante a estirada aérea realizada para o lado direito.

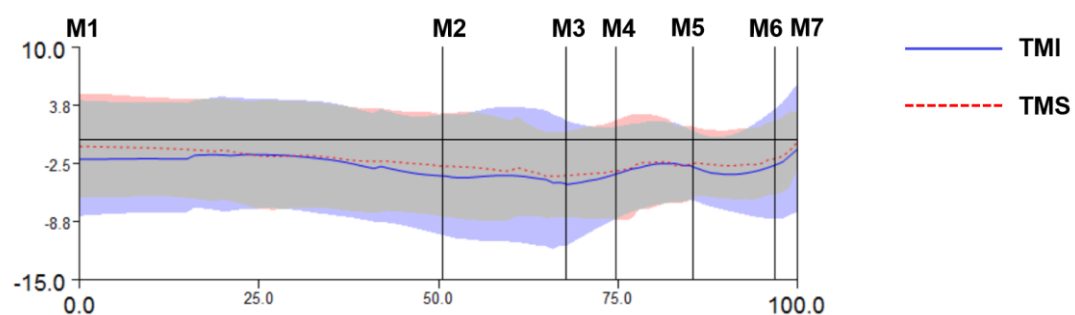


Figura 11 - Representação gráfica da rotação do tronco do GR durante a estirada aérea realizada para o lado esquerdo.

Em ambos os gráficos podemos observar valores reduzidos no ângulo de rotação do tronco para ambos os lados da estirada aérea, sendo, ainda, visível um comportamento de rotação muito semelhante em ambas as técnicas analisadas (TMI e TMS).

Também, ao verificarem-se médias positivas no ângulo de rotação para o lado direito e negativas para o lado esquerdo, conclui-se que a rotação tronco induz, para ambos os lados e em ambas as técnicas, um ligeiro movimento ascendente, uma vez que o ombro do lado da estirada avança em relação ao ombro oposto. Este facto, em parte, não confirma os resultados obtidos por Stendahl e Smith (2015) quando estes autores, no seu estudo comparativo entre a TMI e a TMS, constataram que os GRs na estirada aérea realizada com a TMS evidenciaram uma rotação descendente do corpo na fase aérea do movimento, e na TMI uma rotação ascendente. No entanto, convém realçar que no presente estudo, para além dos GRs terem realizado o movimento sem usufruir de passo de balanço, estiraram-se para uma bola estacionária, sabendo, assim, antecipadamente qual o objetivo final da tarefa motora. Admite-se que o facto dos GRs conhecerem previamente qual o posicionamento das bolas, este possa estar relacionado com os valores reduzidos observados no ângulo de rotação do tronco (muito próximos de zero) e, ao mesmo tempo, seja evidenciada uma ligeira rotação ascendente, tanto na TMI como na TMS.

4.4. Discussão Geral

De modo a complementar e contextualizar alguns resultados expostos anteriormente neste capítulo, cabe agora conjugá-los no sentido de encontrar indicadores que se constituam como determinantes para o avanço do conhecimento no domínio das estiradas aéreas do GR, nomeadamente na análise da TMS e da TMI.

Ao analisar os gráficos das Figuras 5, 8 e 9, relativas à componente vertical da FRS, à altura da pélvis e às velocidades de deslocamento, torna-se interessante perceber como estes parâmetros se relacionam entre si. Como se pode verificar através da análise das mesmas figuras, durante a fase propulsiva (entre o M1 e o M5) a altura da pélvis decresce num período que compreende a diminuição da componente vertical da FRS no MI contra-lateral (M2 a M3) até ao momento coincidente com o pico máximo da componente vertical da FRS no MI ipsilateral (M4). Este período, essencialmente compreendido entre o M1 e o M4, parece ser decisivo, uma vez que os indicadores sugerem que é nesse momento que o GR acumula energia potencial no sistema musculotendinoso, indiciando ciclos de alongamento e encurtamento nos vários grupos musculares envolvidos no movimento. Este facto, certamente, contribui para o aumento do impulso uma vez que, segundo Hall (2013), um músculo pode realizar substancialmente mais trabalho quando é alongado ativamente antes do encurtamento do que quando ele simplesmente se contrai.

Ao analisar as Figuras 6 e 7, que revelam dois distintos padrões propulsivos, verifica-se, em determinados períodos, o mencionado decréscimo da componente vertical da FRS. No entanto, no caso da Figura 6 pode visualizar-se que tal situação acontece em ambos os MIs e no caso da Figura 7 observa-se que apenas ocorre no MI ipsilateral.

Após o pico da componente vertical da FRS no MI ipsilateral (M4) observa-se que a pélvis se eleva rapidamente o que, confrontando com os valores observados nas velocidades de deslocamento, verifica-se que é neste momento que se dá um aumento significativo da velocidade de deslocamento do

GR que, por sua vez, atinge o seu valor máximo num momento em que o GR deixa de exercer FRS (M5).

Também, e atendendo ao comportamento da pélvis durante a fase propulsiva, é entre o M2 e o M4 onde se observa a diminuição da sua altura, pois, tal como refere Bompa (2004), na preparação para gerar força, o quadril, o joelho e o tornozelo devem ser flexionados, seguidos por uma forte extensão dos membros inferiores. Estes dados permitem afirmar que, baixando o centro de gravidade, o GR poderá obter uma contração muscular mais forte, no entanto deve ter-se em conta que quanto mais profundo for o agachamento maior será a força necessária para a extensão das pernas, uma vez que num salto o caminho do centro de gravidade é determinado pela magnitude da força exercida no tempo da impulsão contra a resistência do chão, pois essa força tem que superar a inércia do corpo e a ação da gravidade, sendo que quanto mais rápida for esta extensão, maior será a força que pode ser produzida contra o chão (Bompa, 2004).

Assim, no sentido de maximizar a capacidade numa estirada aérea torna-se crucial que todo o corpo do GR seja usado eficientemente. Este pressuposto deve levar-nos a analisar, relacionar e refletir acerca os dados obtidos nos parâmetros temporais, cinéticos e cinemáticos do presente estudo, que permitem verificar as relações existentes entre a fase propulsiva (ver Quadro 9), a FRS (ver Quadro 11) e as velocidades de deslocamento do GR (ver Quadro 16). Neste sentido, e considerando que um dos fatores chave na performance de um GR consiste em aplicar a máxima energia por unidade de tempo, torna-se fundamental que o GR apresente tempos de propulsão curtos, combinados com elevada FRS, que promovam uma aceleração do movimento que traduzam a maior velocidade de deslocamento possível.

Pela análise dos resultados, nas comparações entre a TMI e a TMS, podem observar-se indicadores que conferem ligeiras vantagens na utilização da TMI. De facto, olhando para os dados obtidos podemos constatar que a TMS não se revelou mais eficaz em nenhum parâmetro analisado, uma vez que em termos temporais os valores médios obtidos pelos GRs sugerem que na TMI os GRs

necessitam de menos tempo para a realização do movimento. Por seu lado, nos parâmetros dinamométricos podemos verificar uma magnitude superior na componente vertical da FRS quando os GRs se estiram com a TMI e, quando averiguadas as velocidades de deslocamento, atendendo também aos valores médios, constata-se que os GRs atingiram velocidades máximas superiores com a TMI. Estes dados vêm reforçar os resultados alcançados por Smith e Shay (2013) e Stendahl e Smith (2015), uma vez que estes autores nas suas investigações, apesar de não terem verificado os tempos de movimento, concluíram que a TMI permite aos GRs i) deslocarem-se de forma mais direta para a bola; ii) obterem um deslocamento horizontal superior e iii) usufruírem da possibilidade de ajustar o movimento no sentido de intercetarem a bola com ambas as mãos. Este último argumento parece-nos decisivo, uma vez que a utilização da TMI confere ao GR a possibilidade de se adaptar, mais facilmente, à variabilidade inerente do jogo de Futebol.

No que diz respeito à rotação do tronco, os indicadores obtidos no nosso estudo, que demonstraram ligeiras rotações ascendentes para ambos os lados e em ambas as técnicas, em parte, não confirmam os dados obtidos na investigação desenvolvida por Stendahl e Smith (2015), pois estes investigadores identificaram na TMI uma rotação ascendente na fase aérea da estirada e na TMS uma rotação descendente. Mais uma vez, reforçamos que o facto dos dados obtidos no nosso estudo não corroborarem os resultados obtidos na supracitada investigação, nomeadamente no que diz respeito à rotação do tronco, pode estar relacionado com o facto dos GRs do nosso estudo terem realizado as estiradas aéreas para bolas estacionárias. Reconhecemos, portanto, na análise da rotação do tronco, uma limitação na presente investigação, no entanto, uma vez que um dos principais propósitos foi o de comparar a rapidez dos GRs na execução da estirada aérea entre a TMI e a TMS, e sendo a rapidez definida pela distância percorrida dividida pelo tempo gasto a percorrê-la (Hall, 2013), optou-se pela utilização de bolas estacionárias, no sentido de se realizar com rigor as análises temporais da estirada aérea.

No que diz respeito à preferência da lateralidade, demonstrou-se que os GRs apresentaram uma maior eficácia quando se estiraram para o seu LP. Estes

indicadores vieram corroborar os resultados obtidos no estudo levado a cabo por Sprattford e colaboradores (2009), no qual reportaram assimetrias significativas entre a estirada aérea realizada para o LP e para o LNP. Estes autores destacam a menor coordenação dos GRs quando se estiram para o LNP, sugerindo que, no processo de treino, se deva privilegiar a prescrição de exercícios que minimizem as assimetrias verificadas entre o LP e o LNP.

Ainda, na análise das comparações entre o LP e o LNP não ficamos indiferentes ao facto da FRS ser superior quando os GRs se estiraram para o seu LNP. Esta ocorrência vem revelar que os GRs quando se estiram para o seu LNP não aproveitam tão eficientemente as FRS como para o seu LP. Perante tal facto, e reforçando as sugestões de Sprattford e colaboradores (2009), entende-se como crucial interferir biomecanicamente no processo de treino dos GRs, através de meios que promovam a maximização das suas capacidades, nas ações realizadas para o seu LNP.

Quando comparados os GRs por escalão competitivo, verificou-se que os GRs da I LPPF apresentaram maior eficácia nos vários parâmetros analisados. No entanto, constatou-se que os GRs da II LPPF exerceram maiores valores da componente vertical da FRS no MI ipsilateral (o último a exercer ação propulsiva). Por seu lado os GRs da I LPPF, na sua maioria, vieram a revelar valores da FRS superior no MI contra-lateral. Como tal, este facto veio divulgar dois distintos padrões propulsivos já explicados anteriormente (ver ponto 4.2.4.) e que acabam por distinguir os GRs por escalão competitivo. Esta situação levou-nos a analisar as características da amostra, nomeadamente nas diferenças verificadas na média das alturas, demonstrando que os GRs da I LPPF (1.89 ± 0.04 m) são consideravelmente mais altos que os GRs da II LPPF (1.82 ± 0.03 m), o que nos leva a sugerir que esta diferença nos padrões propulsivos possa estar relacionada com este dado.

5. Conclusões

Face aos resultados encontrados no presente estudo, concluímos que:

1- Da TMI e da TMS:

- i) em termos temporais as ligeiras diferenças verificadas conferem maior eficácia à TMI;
- ii) na componente vertical da FRS não se registam diferenças significativas entre a TMI e a TMS;
- iii) na altura máxima da pélvis, durante a fase de voo, não se evidenciam diferenças significativas entre a TMI e a TMS;
- iv) nas velocidades máximas de deslocamento não se registam diferenças significativas entre a TMI e a TMS.

2- Da preferência da lateralidade dos GRs:

- i) os GRs necessitaram de menos tempo para realizar a estirada aérea para o seu LP;
- ii) a magnitude da componente vertical da FRS, durante a fase propulsiva foi superior quando os GRs se estiraram para o seu LNP, apresentando diferenças significativas na componente vertical da FRS, do MI lateral, quando se estiraram com a TMI;
- iii) não foram encontradas diferenças significativas na altura máxima da pélvis, entre LP e LNP;
- iv) registaram-se velocidades máximas de deslocamento mais elevadas quando os GRs se estiraram para o seu LP.

3- Dos GRs da I LPPF e dos GRs da II LPPF:

- i) os GRs da I LPPF necessitaram de menos tempo para realizar a fase propulsiva e a fase de voo, evidenciando, portanto, maior eficácia, em termos temporais, na execução no movimento completo de estirada aérea;
- ii) os GRs I LPPF apresentaram componentes verticais da FRS do MI contra-lateral significativamente superiores relativamente aos GRs da II LPPF.

Por sua vez, os GRs da II LPPF evidenciaram componentes verticais da FRS superiores no MI ipsilateral, que se caracteriza por ser o último membro a exercer forças sobre o relvado. Esta análise veio demonstrar dois padrões propulsivos distintos, com picos da componente vertical da FRS que ocorrem em diferentes momentos: num padrão verifica-se que ocorre durante a fase propulsiva (no MI contra-lateral), num outro padrão ocorre no final da fase propulsiva (no MI ipsilateral);

iii) os GRs da I LPPF registaram velocidades máximas de deslocamento mais elevadas que os GRs II LPPF.

5.1. Trabalho Futuro

De uma forma geral podemos considerar que os objetivos inicialmente propostos foram alcançados. No entanto, devido à escassez de investigações científicas sobre a estirada aérea do GR e, também, devido ao facto deste ser um gesto técnico decisivo no desempenho competitivo do GR, entendemos que há necessidade de se continuar a produzir investigação científica neste domínio.

Deste modo, sugere-se a realização de um estudo similar ao presente, no entanto, com uma amostra composta por um maior número de GRs e com a inclusão de outros instrumentos, nomeadamente: eletromiografia e palmilhas de pressão plantar que, aliados às plataformas de força e à captura cinemática, poderão evidenciar novos indicadores relevantes.

Para além da introdução de novos instrumentos, reconhece-se pertinência em estudar outros aspetos do desempenho do GR, que passam por: i) analisar as estiradas precedidas por passo de balanço ou por deslocamentos curtos e rápidos, tanto para bolas estacionárias a diferentes alturas, como para bolas rematadas de formas diversas; ii) identificar padrões cinemáticos do GR desde o seu estado de prontidão, passando pelas vários momentos da estirada aérea e iii) conjugar a análise do movimento com a avaliação da velocidade de reação, nomeadamente através de situações que permitam aos GRs reagir a um estímulo visual muito próximo de uma situação real de remate.

A realização de um estudo longitudinal com dois momentos avaliativos, em que dois grupos de GRs realizem protocolos de treino distintos, ou seja: um que fomenta a padronização da estirada aérea com utilização da TMI e outro com a TMS, poderá ser algo absolutamente decisivo para o avanço do conhecimento dentro desta temática. Reconhece-se, porém, as dificuldades inerentes à implementação de uma investigação desta natureza, nomeadamente com a participação de GRs seniores profissionais, uma vez que não se vislumbraria fácil conseguir interferir no seu processo de treino. Todavia, acreditamos que ao nível dos escalões de formação poder-se-ia encontrar clubes e treinadores que permitam que os seus GRs participem numa investigação deste tipo.

Capítulo 6 - Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

- Abrantes, J. M. C. S. (2008). Fundamentos e elementos de análise em biomecânica do movimento humano. *Lisboa. MovLab-Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias*. Consult. 11 Abr 2016. Disponível em:
<http://movlab.ulusofona.pt/cms/templates/movlab/files/publicacoes/2008%20Fundamentos%20e%20Elementos%20de%20An%C3%A1lise%20em%20Biomec%C3%A2nica%20do%20Movimento%20Humano.pdf>.
- Arts, M. (2004). *The soccer goalkeeper coach*. Spring City: Reedswain Publishing.
- Ball, K., Ingleton, C., Peacock, J., & Nunome, H. (2013). Ball impact dynamics in the punt kick [versão eletrónica]. *ISBS-Conference Proceedings Archive*, 1(1). Consult. 10 Abr 2016. Disponível em: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5608/5102>
- Bompa, T. O. (2004). *Treinamento de potência para o esporte: Pliometria para o desenvolvimento máximo da potência*. São Paulo: Phorte Editora LTDA.
- Castelo, J. F. F. (2003). *Futebol: Actividades físicas e desportivas*. Lisboa: FMH-UTL.
- de Arruda, M., & Cossio-Bolaños, M. A. (2009). Aplicaciones de la biomecánica al fútbol. *Educación física - Chile*, LXXX (268), 45-53.
- Diaz, G. J., Fajen, B. R., & Phillips, F. (2012). Anticipation from biological motion: The goalkeeper problem. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(4), 848-864.
- Di Salvo, V., Benito, P. J., Calderon, F. J., Di Salvo, M., & Pigozzi, F. (2008). Activity profile of elite goalkeepers during football match-play. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 443-446.

- Eirale, C., Tol, J. L., Whiteley, R., Chalabi, H., & Hölmich, P. (2014). Different injury pattern in goalkeepers compared to field players: A three-year epidemiological study of professional football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(1), 34-38.
- Franks, I. M., & Harvey, I. (1997). Cues for Goalkeepers: High-tech methods used to measure penalty shot response. *Soccer Journal-Binghamton-National Soccer Coaches Association of America*, 42, 30-33.
- Garganta, J. (2006). Futebol: Uma arte em busca da ciência e da consciência? *Horizonte: Revista de Educação Física e Desporto*, XXI (123), 21-25.
- Garganta, J. & Silva, P. C. e (2000). O jogo de futebol: Entre o caos e a regra. *Horizonte: Revista de Educação Física e Desporto*, XVI (91), 5-8.
- Garganta, J. (2004). Atrás do palco: nas oficinas do futebol. In J. Garganta, J. Oliveira & M. Murad (Eds.), *Futebol de muitas cores e sabores: Reflexões em torno do desporto mais popular do mundo* (pp. 228-234). Porto: Campo das Letras.
- Garganta, J. (2009). Identificação, selecção e promoção de talentos nos jogos desportivos: factos, mitos e equívocos. In J. Fernandez, G. Torres & A. Montero (Eds.), *Actas do II Congreso Internacional de Deportes de Equipo. Editorial y Centro de Formación de Alto Rendimiento*. [CD-ROM] Universidad de A Coruña.
- Graham-Smith, P., Lees, A., & Richardson, D. (1999). Analysis of technique of goalkeepers during the penalty kick. *Journal of Sports Sciences*, 17(11), 916.
- Groen, B. E., Weerdesteyn, V., & Duysens, J. (2008). The relation between hip impact velocity and hip impact force differs between sideways fall techniques. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 228-234.
- Hall, Susan J. (2013). *Biomecânica Básica* (6.^a ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Hervéou, T., Rahamni, A., Boyas, S., Chorin, Durand, S. (2015). Ground reactions forces and lower limbs muscular activity during soccer goalkeepers

- side dives. In J. Bangsbo & P. Krusturup (Eds.), *8th World Congress on Science and Football* (pp. 87-88). S.l.: S.n.
- Jezdimirović, M., Joksimović, A., Stanković, R., & Bubanj, S. (2013). Differences in the vertical jump in soccer players according to their position on the team. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 11(3), 221-226.
- Kerwin, D. G., & Bray, K. (2006). Measuring and modelling the goalkeeper's diving envelope in a penalty kick. In E. F. Moritz & S. Haake (Eds.), *The Engineering of Sport 6* (pp. 321-326). New York: Springer.
- Kuhn, W. (1988). Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers. In Reilly, et al. (Eds.) *Science and football: Proceedings of the First World Congress of Science and Football* (pp. 489-492). New York: E. & F.N. Spon
- Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 211-234.
- Lees, A. (2003). Biomechanics applied to soccer skills. In T. Reilly & A. M. Williams (Eds) *Science and soccer* (pp. 109-119). London: Routledge
- Leis do Jogo (2015). *Federação Portuguesa de Futebol*. Consult. 22 Abr 2016. Disponível em:
http://www.fpf.pt/Portals/0/Documentos/Centro%20Documentacao/LeisJogo/Leis_do_Jogo_2015_2016.pdf.
- Linthorne, N. P., & Patel, D. S. (2011). Optimum projection angle for attaining maximum distance in a soccer punt kick. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(1), 203-214.
- Lopes, J. E., Jacobs, D. M., Travieso, D., & Araújo, D. (2014). Predicting the lateral direction of deceptive and non-deceptive penalty kicks in football from the kinematics of the kicker. *Human Movement Science*, 36, 199-216.

- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457.
- Matsukura, K., Asai, T., & Sakamoto, K. (2014). Characteristics of movement and force exerted by soccer goalkeepers during diving motion. *Procedia Engineering*, 72, 44-49.
- McCrudden, M., & Reilly, T. (1993). A comparison of the punt and the drop-kick. *Science and football II* (pp. 362-368). London, E. & F.N. Spon.
- Milanović, D., Vuleta, D., & Šišić, A. (2012). Comparative Analysis of morphological characteristics of goalkeepers in football and handball. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 5-9.
- Misirilisoy, E., & Haggard, P. (2014). Asymmetric predictability and cognitive competition in football penalty shootouts. *Current Biology*, 24(16), 1918-1922.
- Morya, E., Ranvaud, R., & Pinheiro, W. M. (2003). Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. *Journal of Sports Sciences*, 21(2), 87-95.
- Mulqueen, T., & Woitalla, M. (2011). *The complete soccer goalkeeper*. Campaign, Il.: Human Kinetics.
- Navarro, M., Miyamoto, N., der Kamp, J. V., Morya, E., Ranvaud, R., & Savelsbergh, G. J. (2012). The effects of high pressure on the point of no return in simulated penalty kicks. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(1), 83-101.
- Navarro, M., van der Kamp, J., Ranvaud, R., & Savelsbergh, G. J. (2013). The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, 31(9), 921-929.

- Navia, J. A., & Ruiz, L. M. (2014). Análisis de la complejidad perceptivo-motriz y psicológica del penalti en el fútbol. [Analysis of the perceptual-motor and psychological complexity of the soccer penalty kick]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(37), 264-280. doi: 10.5232/ricyde
- Noël, B., Furley, P., Van Der Kamp, J., Dicks, M., & Memmert, D. (2015). The development of a method for identifying penalty kick strategies in association football. *Journal of Sports Sciences*, 33(1), 1-10.
- Padulo, J., Haddad, M., Ardigò, L. P., Chamari, K., & Pizzolato, F. (2014). High frequency performance analysis of professional soccer goalkeepers: A pilot study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(6), 557-562
- Píriz, G. M., Cabello Manrique, D. and Lees, A. (2010). Biomechanics of the volley kick by the soccer goalkeeper. In B. Drust, T. Reilly, & A. M. Williams (Eds). *International Research in Science and Soccer* (pp.47-53). London: Routledge.
- Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., & Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 312-317.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
- Richards, J. (2008). *Biomechanics in clinic and research: An interactive teaching and learning course*. USA: Churchill Livingstone/Elsevier.
- Santi-Maria, T., Campos, R. G., Andruske, C. L., Gamero, D. H., Duarte Rocha, C., de Arruda, M., ... & Cossio-Bolaños, M. (2015). Percentage of body fat of young soccer players: Comparison of proposed regression frequencies between goalkeepers and soccer camp players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(6), 70-80.

- Schmitt, K. U., Nusser, M., & Boesiger, P. (2008). [Hip injuries in professional and amateur soccer goalkeepers]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 22(3), 159-163.
- Schmitt, K. U., Schlittler, M., & Boesiger, P. (2010). Biomechanical loading of the hip during side jumps by soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 28(1), 53-59.
- Schmitt, K. U., Nusser, M., Derler, S., & Boesiger, P. (2010). Analysing the protective potential of padded soccer goalkeeper shorts. *British Journal of Sports Medicine*, 44(6), 426-429.
- Smith, N. A., & Shay, R. (2013). Ideal dive technique in high one-handed soccer saves: top hand versus bottom hand. In H. Nunome, B. Drust, & B. Dawson (Eds.), *Science and Football VII: The Proceedings of the Seventh World Congress on Science and Football* (pp. 67-73). Abingdon: Routledge.
- Sørensen, H., Thomassen, M., & Zacho, M. (2001). Biomechanical profile of soccer goalkeepers [versão eletrônica]. *ISBS-Conference Proceedings Archive*, 1(1). Consult. 11 Abr 2016. Disponível em: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/3902/3619>
- Sørensen, H., Thomassen, M., & Zacho, M. (2008). Biomechanical profile of Danish elite and sub-elite soccer goalkeepers. *Football Science*, 5, 37-44.
- Spratford, W., Mellifont, R., & Burkett, B. (2009). The influence of dive direction on the movement characteristics for elite football goalkeepers. *Sports Biomechanics*, 8(3), 235-244.
- Steendahl, Ida B. and Smith, Neal (2015) A three dimensional analysis of one handed aerial soccer goalkeeper saves. In J. Bangsbo & P. Krstrup (Eds.), *8th World Congress on Science and Football* (pp. 188-189). S.l.: S.n.
- Soares, J. (2005). *O treino do Futebolista*. Porto Editora.

- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1019-1026.
- Suzuki, S., Togari, H., Isokawa, M., Ohashi, J. & Ohgushi, T. (1988). Analysis of the goalkeeper's diving motion. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids, & W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football* (pp. 468-475). London: E. & F.N. Spon.
- Tago, T., Tsuchioka, D., Ishii, N., & Wada, T. (2013). Kinematic analysis on the punt kick in football goalkeeper. [versão eletrônica]. ISBS-Conference Proceedings Archive, 1(1). Consult. 9 Abr 2016. Disponível em: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5715/5205>
- Tani, G. (2002). Aprendizagem motora e esporte de rendimento: Um caso de divórcio sem casamento. In V. J. Barbanti, A. C. Amadio, J. O. Bento, & A. T. Marques (Orgs.), *Esporte e atividade física: Interação entre rendimento e qualidade de vida* (pp. 145-162). Tambore: Manole
- Tani, G., Júnior, C. D. M. M., Ugrinowitsch, H., Benda, R. N., Chiviacowsky, S., & Corrêa, U. C. (2010). Pesquisa na área de comportamento motor: Modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas. *Revista da Educação Física/UEM*, 21(3), 329-380. doi: 10.4025/reveducfis. v21i3. 9254.
- Tani, G., Santos, S., & Júnior, C. M. M. (2006). O ensino da técnica e a aquisição de habilidades motoras no desporto. In G. Tani, J. O. Bento & R. D. S. Petersen (Eds.), *Pedagogia do Desporto* (pp. 227-240). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Tavares, G. (1997). As coordenadas comunicacionais espaço-tempo no jogo de futebol. Horizonte: *Revista de Educação Física e Desporto*, XIII (76), 9-13.
- Tavares, G. M. (2013). *Atlas do corpo e da imaginação: Teoria, fragmentos e imagens*. Almada: Editorial Caminho.

- Tonnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., Haugen, T., & Seiler, S. (2013). Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players, 1989-2012. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(3), 323-329.
- Tsai, S. M. (2005). An analysis of goalkeeper diving response time for the penalty kick in soccer. In Q. Wang (Ed.), *Proceedings of the XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports. Volume II* (pp. 545–547). Beijing: China Society of Sport Biomechanics.
- Van Der Kamp, J. (2006). A field simulation study of the effectiveness of penalty kick strategies in soccer: Late alterations of kick direction increase errors and reduce accuracy. *Journal of sports sciences*, 24(5), 467-477.
- Van der Kamp, J. (2011). Exploring the merits of perceptual anticipation in the soccer penalty kick. *Motor Control*, 15(3), 342-358.
- Vilas-Boas, J. P. (2001). Biomecânica hoje: Enquadramento, perspectivas didáticas e facilidades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1), 48-56.
- Weigelt, M., Memmert, D., & Schack, T. (2012). Kick it like Ballack: The effects of goalkeeping gestures on goal-side selection in experienced soccer players and soccer novices. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(8), 942-956.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937-946.
- Zahálka, F., Malý, T., Malá, L., Gryc, T., & Hráský, P. (2013). Power assessment of lower limbs and strength asymmetry of soccer goalkeepers. *Acta Gymnica*, 43(2), 31-38.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2011). Physical characteristics, physiological attributes, and on-field performances of soccer goalkeepers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 50

Anexo 1 - Ofício endereçado aos Clubes

Exmos. Senhores,

A Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, em parceria com o Laboratório de Biomecânica do Porto, está a desenvolver um estudo relativo à análise biomecânica do voo dos guarda-redes de futebol, subordinado ao tema ***“Biomechanical Analysis of the Soccer Goalkeeper in Aerial Saves. Comparative Diving Motion Between Top Hand Technique and Bottom Hand Technique”***.

Este estudo, que será realizado no Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEPE), é desenvolvido pelo discente do 2.º Ciclo de Estudos em Treino de Alto Rendimento Desportivo, Álvaro Miguel Pinto Bastos, sob a orientação dos Professores Doutores Filipe Casanova e Leandro Machado.

Assim, vimos por este meio solicitar a participação dos guarda-redes profissionais [REDACTED], mantendo a sua confidencialidade pessoal e profissional, no estudo supracitado.

Agradecemos, desde já, toda a V/ colaboração neste estudo científico e subscrevemo-nos com a mais elevada estima e consideração.

Porto, 16 de novembro de 2015

(Álvaro Miguel Pinto Bastos)

(Prof. Dr. Filipe Casanova)

(Prof. Dr. Leandro Machado)

Anexo 2 - Consentimento Informado

2.º Ciclo em Treino de Alto Rendimento Desportivo

Eu, _____, declaro que fui informado e esclarecido sobre os procedimentos a realizar para o estudo subordinado ao tema ***“Biomechanical Analysis of the Soccer Goalkeeper in Aerial Saves. Comparative Diving Motion Between Top Hand Technique and Bottom Hand Technique.”***.

Tomei conhecimento que os mesmos procedimentos serão aplicados em ambiente de laboratório e os seus resultados serão utilizados única e exclusivamente para fins científicos.

Este estudo é realizado sob a orientação dos Professores Doutores Filipe Casanova e Leandro Machado, ao qual, na categoria de guarda-redes profissional de futebol, me submeto voluntariamente.

Porto, ____ de _____ de 2015

Anexo 3 - Ficha de Caracterização Individual do Guarda-redes

2.º Ciclo em Treino de Alto Rendimento Desportivo

Estudo *“Biomechanical Analysis of the Soccer Goalkeeper in Aerial Saves. Comparative Diving Motion Between Top Hand Technique and Bottom Hand Technique.”*.

Nome Guarda-redes (primeiro e último): _____ **idade:** _____

Data de Nascimento: ____ / ____ / ____ **Peso:** ____ **Altura:** ____ **Lado Preferido:** _____

N.º Anos como GR federado: _____ **N.º Anos como GR profissional:** _____

Nas estiradas aéreas quando usa uma mão para defender a bola, em que a mesma se dirige para zonas superiores e laterais da baliza, geralmente, utiliza:

(Assinalar apenas uma resposta)

- ☐ A Técnica da Mão Superior.
- ☐ A Técnica da Mão Inferior.
- ☐ A Mão Preferida.
- ☐ Não tenho técnica padronizada.

Observações: _____

Obrigado pela colaboração.

**Anexo 4 - Trabalho aceite para apresentação oral no 7.º
Congresso Nacional de Biomecânica**

ANÁLISE BIOMECÂNICA DA ESTIRADA AÉREA DO GUARDA-REDES DE FUTEBOL SÉNIOR: COMPARAÇÃO ENTRE A TÉCNICA DE DEFESA COM A MÃO INFERIOR E A TÉCNICA DE DEFESA COM A MÃO SUPERIOR

Álvaro Bastos ¹, Pedro Fonseca ², Filipe Casanova ³ e Leandro Machado ⁴

¹ Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal; alvaromiguelbastos@gmail.com

² LABIOMEPE, Universidade do Porto, Portugal; pedro.labiomepe@fade.up.pt

³ Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto (CIFIID) e Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal; fcasanova@fade.up.pt

⁴ LABIOMEPE, CIFIID e Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal; lmachado@fade.up.pt

PALAVRAS CHAVE: futebol sénior; guarda-redes; plataforma de forças; cinemática.

RESUMO: *Este trabalho procurou caracterizar a estirada aérea dos guarda-redes de futebol a partir de uma análise dinamométrica (2 plataformas de forças) e cinemática (12 câmaras). Neste estudo, o guarda-redes tinha como propósito tocar numa bola colocada numa posição fixa, usando uma das técnicas em estudo. Numa amostra constituída por doze guarda-redes profissionais de Futebol, a técnica da mão inferior revelou-se mais vantajosa nos parâmetros estudados.*

1 INTRODUÇÃO

No Futebol há um Jogador que assume particularidades que o diferenciam dos demais: o guarda-redes. Na pluralidade de ações a que este jogador está sujeito, reconhece-se que a estirada aérea é uma ação decisiva, nomeadamente quando utiliza apenas uma mão para defender a bola, quer recorra à técnica de defesa com a mão inferior (TMI) ou à técnica de defesa com a mão superior (TMS). No estudo de Smith e Shay [1] verificou-se que a técnica mais utilizada pelos guarda-redes é a TMI, uma vez que usam a mão do lado da bola, sendo deste modo o movimento em direção à bola mais direto. Por conseguinte, este estudo apresenta como principal objetivo analisar e comparar biomecanicamente a eficácia entre a TMI e a TMS, em estiradas aéreas de guarda-redes profissionais de Futebol tendo em conta as preferências em termos de lateralidade (lado preferido e lado não preferido).

2 MÉTODOS

Recorreu-se a um grupo amostra constituído por doze guarda-redes profissionais, com média de 27,9 ($\pm 5,5$) anos de idade e 10,1 ($\pm 5,3$) anos de experiência no Futebol profissional. Os procedimentos experimentais decorreram no Laboratório de Biomecânica do Porto (LABIOMEPE), onde se utilizaram duas plataformas de forças (Bertec 6090) e um sistema de captura cinemática a operar a 200 imagens por segundo (12 câmaras Oqus, da Qualisys). A partir de uma posição estática, sem usufruir de passo de balanço, os guarda-redes foram avaliados nas estiradas aéreas realizadas tanto utilizando a TMI como a TMS efetuadas para uma bola estacionária situada a uma distância lateral do centro da baliza de 2,30m, a uma altura do solo de 1,90m e a uma distância à frente da linha de baliza de 0,60m (Fig.1).



Fig. 1 Local das recolhas, está assinalado o posicionamento das plataformas de forças.

3 RESULTADOS

Relativamente aos parâmetros temporais analisados os resultados obtidos não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre as duas técnicas, no entanto, os guarda-redes mostraram uma pequena tendência para maior eficácia (rapidez) na estirada aérea quando utilizaram a TMI, tanto quando se estiraram para o lado preferido (TMI: $1,05 \pm 0,14s$ vs TMS: $1,06 \pm 0,10s$), como quando se estiraram para o lado não preferido (TMI: $1,09 \pm 0,11s$ vs TMS: $1,11 \pm 0,11s$).

No que diz respeito aos parâmetros dinamométricos, na comparação entre a TMI e a TMS, tendo em conta o pico da força de reação do solo (FRS) do membro inferior do lado da bola (ipsilateral) regista-se uma magnitude superior da FRS quando os guarda-redes se estiram recorrendo à TMI para o seu lado não preferido (TMI: $171 \pm 30\%PC$ vs TMS: $164 \pm 33\%PC$), sendo a diferença registada estatisticamente significativa ($p=0,034$). Para o lado preferido não se verificaram diferenças entre as técnicas (TMI: $159 \pm 40\%PC$ vs TMS: $160 \pm 35\%PC$). No membro contralateral, o pico da FRS apresenta tendência para um valor superior na TMI, embora sem significado estatístico significativo, não se verificando diferenças entre os lados preferido (TMI: $129 \pm 27\%PC$ vs TMS: $123 \pm 28\%PC$) e não preferido (TMI: $129 \pm 33\%PC$ vs TMS: $124 \pm 25\%PC$).

4 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que os guarda-redes evidenciam uma maior

proficiência na estirada aérea quando esta é realizada para o seu lado preferido, uma vez que para esta situação os dados recolhidos indicam um tempo de execução inferior. Verifica-se, também, uma melhor performance com o recurso à técnica da mão inferior por comparação à técnica da mão superior.

AGRADECIMENTOS

À SAFINA pelo relvado sintético de elevada qualidade que disponibilizou. Aos Guarda-redes participantes nos testes oficiais, bem como aos seus Treinadores e respetivos Clubes. Ao Sr. Coimbra Pereira pelo apoio prestado na criação de uma baliza de futebol amovível, de medidas oficiais.

REFERÊNCIAS

- [1] Smith, N. A., & Shay, R. (2013). Ideal dive technique in high one-handed soccer saves: top hand versus bottom hand. In H. Nunome, B. Drust, & B. Dawson (Eds.), *Science and Football VII: The Proceedings of the Seventh World Congress on Science and Football* (pp. 67-73). Abingdon: Routledge.